Arktec

# Manual de Curso

# Tricalc 9.0

## Cálculo Espacial de Estruturas Tridimensionais

Rev. 9.0.00 Julho 2015

PUBLICADO POR:
Arktec, S.A.
© Copyright 1987-2015, Arktec, S.A.

Reservados todos os direitos.
Proibida a reprodução total ou parcial deste manual, ainda que citando a sua proveniência.

**IMPORTANTE**

Qualquer manipulação dos ficheiros do programa, bem como a sua listagem, descompilação, desasemblagem, etc., alheias às operações descritas neste manual de instruções, pode afectar o seu correcto funcionamento, reservando a Arktec , nesse caso, o direito de aplicar as cláusulas de rescisão da licença de utilização, que figuram na referida licença.

O programa necessita, para o correcto funcionamento, que durante a sua utlização se encontre permanentemente colocada na porta paralela do computador a chave de protecção que se fornece com ele. Caso tenha uma impressora ou plóter conectada, esta deve de estar permanentemente *on-line*. Os fabricantes das chaves de protecção não aseguram o seu correcto funcionamento quando se conectam várias chaves protecção em série, quer sejam do mesmo ou de diferentes fabricantes, pelo que aconselhamos que coloque somente a chave do programa que esteja a utilizar a cada momento. Uma possível solução é instalar várias saídas paralelas nos computadores.

Tricalc, Gest, GestCon, Segur, Constructo, Mideplan Y Arktecad SÃO MARCAS REGISTADAS DA Arktec.
WINDOWS, WORD E EXCEL, SÃO MARCAS REGISTADAS DA *Microsoft*
AUTOCAD É MARCA REGISTADA DA AUTODESK INC.
ALLPLAN É MARCA REGISTADA DA NEMETSCHEK

Para qualquer consulta relacionada com este manual ou com os programas, deve-se dirigir à Arktec Portugal Lda. em:

Arktec Portugal Lda.
Av. Miguel Bombarda, 36 11 - A
Edíficio Presidente
P1050 Lisboa (Portugal)
Tel. (+351) 21 793 27 55
Fax (+351) 21 793 81 83
e-mail: lisboa@arktec.com
http://www.arktec.com/portugal

# Indice

**CAPÍTULO 1** ..... **11**

**WINDOWS** ..... **11**

Utilização do rato no Windows ..... 11
Utilização do rato no Tricalc ..... 12
Botão esquerdo ..... 13
"Duplo-clique" com o botão esquerdo ..... 14
Botão direito ..... 14
Movimento interactivo da estrutura com o rato ..... 14
Descrição da janela do Tricalc ..... 15
Movimiento interactivo de la estructura con el ratón ..... 15

**CAPÍTULO 2** ..... **19**

**FICHEIRO** ..... **19**

Criação de novas estruturas ..... 19
Funções relativas à gestão de ficheiros ..... 21
Como copiar uma estrutura ..... 23
Como eliminar uma estrutura ..... 23
Como mudar o nome a uma estrutura ..... 24
O submenu Ficheiro>Importar ..... 24
O submenu *Ficheiro>Impressora* ..... 26
Função *Ficheiro>Preferências...* ..... 29
Pasta de trabalho, Pasta do programa e Pasta das legendas ..... 31

**CAPÍTULO 3** ..... **33**

**AJUDAS** ..... **33**

Função *Ajudas>Vistas* ..... 33
Função *Ajudas>Escalas...* ..... 35
Função *Ajudas>Desenho-Raster>Desenhos...* ..... 36
Visualização de desenhos associados ..... 37
Operações sobre desenhos de arquitectura ..... 39
Outras funções do menu *Ajudas* ..... 40
O submenu *Ajudas>Janela* ..... 43
Gestão de janelas: ..... 43
Outras janelas ..... 44
Zooms e deslocamentos da imagem. ..... 45
O submenu *Ajudas>Malha* ..... 46
Como visualizar um piso em perspectiva e com os pilares ..... 47
Como associar desenhos de arquitectura a planos da estrutura ..... 48

**CAPÍTULO 4** ..... **51**

**GEOMETRIA** ..... **51**

Métodos de definição da geometria de uma estrutura ..... 51
Método de definição de geometria I (rede ortogonal) ..... 52
Método de definição de geometria II (nave industrial) ..... 54
Método de definição de geometria III (planta tipo) ..... 56

Método de definição de geometria IV (DWG ou DXF-2D)....57
O submenu *Geometria>Barra*....59
O submenu *Geometria>Barra>Desenhar*....67
O submenu *Geometria>Nó*....68
O submenu *Geometria>Pórtico*....73
O submenu *Geometria>Plano>De Pórtico*....75
O submenu *Geometria>Plano*....75
Outras funções do menu *Geometria*....78

**CAPÍTULO 5 ....81**

**EDIÇÃO ....81**

Introdução....81
Área de transferência do programa ....82
Subestruturas ....82
Copiar ....82
Copiar para… ....83
Colar ....83
Colar+Rodar ....84
Colar desde… ....84

**CAPÍTULO 6 ....85**

**ACÇÕES ....85**

Processo de introdução de acções....85
Critérios de combinações de acções ....86
Função *Acções>Opções...* ....88
Combinações Automáticas ....89
Combinações Explícitas....90
*Acções>Definir...:* Acções em Barras....90
Superficial ....90
Contínua ....93
Descontínua ....93
Triangular ....94
Pontual ....94
Temperatura....94
Momento....95
*Acções>Definir...:* Acções em Nós....96
Pontual ....96
Momento....96
Assentamento....96
Mola ....96
Acções>Definir...: Acções em Planos....97
Pontual ....98
Contínua ....98
Superficial ....98
Momento....98
Terreno/Fluidos....99
Acção do Vento....99
Pressão em fachada. ....102
Vento automático em naves....103
Acção do Sismo....104

Segundo o Método Estático ..... 104
Segundo o Método Dinâmico ..... 105
Outras funções do menu *Acções* ..... 108

**CAPÍTULO 7 ..... 113**

**SECÇÕES ..... 113**

Sistemas de eixos no Tricalc ..... 114
Métodos de pré-dimensionamento das barras ..... 115
Pré-Dimensionamento Manual ..... 115
Pré-Dimensionamento Automático ..... 117
Outras funções do menu *Secções* ..... 120
O submenu *Secções>Girar Secção* ..... 120
O submenu *Secções>Desenhar* ..... 122
Organização da Base de Perfis>Secções ..... 122
*Perfis> Secções...*: Introdução e modificação de secções ..... 123
Barras de inércia variável e chapas de reforço ..... 125
Consolas curtas ..... 127
Geometria ..... 127
Secções ..... 127
Método 1: Forças de cálculo automáticas ..... 128
Método 2: Forças de cálculo definidas pelo utilizador ..... 128
Outras Funções do Menu Secções e dados ..... 129

**CAPÍTULO 8 ..... 133**

**CÁLCULO ..... 133**

Opções do cálculo de esforços ..... 133
Deslocamentos e imperfeições iniciais ..... 136
Cálculo de efeitos de 2ª Ordem real ..... 136
Cálculo de esforços ..... 136
Definição dos materiais ..... 138
Opções do cálculo de armaduras ..... 140
Cálculo da armadura ..... 142
Armadura de pórticos ..... 143
Opções do cálculo dos perfis metálicos ..... 144
Comprovação das secções metálicas ..... 146

**CAPÍTULO 9 ..... 149**

**RESULTADOS ..... 149**

Submenu de listagens: *Resultados>Listagens* ..... 149
Listagem de *Geometria* ..... 149
Listagem de *Acções* ..... 150
Listagem de Secções ..... 152
Listagens: 1ª ordem e 2ª ordem ..... 153
Listagem de *Esforços>Deslocamentos* ..... 154
Listagem de *Esforços>Esforços em Nós 1* ..... 155
Listagem de *Esforços>Esforços em Nós 2* ..... 156
Listagem de *Esforços>Reacções* ..... 157
Listagem de *Esforços>Esforços Por Secções* ..... 157
Listagem de *Esforços>Distorções Pilares* ..... 158
Listagem de *Esforços>Combinações* ..... 158

Listagem de *Sismo>Períodos>Frequências* ..... 159
Listagem de *Armaduras de Barras/Armaduras montagem* ..... 160
Listagem de *Armaduras de Barras>Armaduras+Esforços Vigas* ..... 161
Listagem de *Armaduras de Barras>Armaduras+Esforços Pilares* ..... 162
Listagem de *Armaduras de Barras>Flechas e Fissuras* ..... 163
Listagens de *Armaduras de >Peritagem Vigas-Pilares* ..... 164
Peritagem de pilares ..... 164
Peritagem de vigas e diagonais ..... 166
Listagem de *Perfis Metálicos>Comprovação Metálicas* ..... 167
Listagem Resumida ..... 167
Listagem Completa ..... 168
Listagem de *Perfis Metálicos>Flechas* ..... 169
Listagem de *Dados de cálculo* ..... 170
Memória de Descritiva ..... 170
O submenu *Resultados>Gráficos* ..... 171
O submenu *Resultados>Armaduras* ..... 177
O submenu *Resultados>Armaduras>Vigas* ..... 178
O submenu *Resultados>Armaduras>Pórticos* ..... 179
A função *Resultados>Armaduras>Quadro Pilares* ..... 180
O submenu *Resultados>Armadura>Retocar* ..... 181
O submenu *Resultados>Medições* ..... 183
O submenu *Resultados>Preparação Obra* ..... 186
O submenu *Resultados>Desenhos* ..... 188

**CAPÍTULO 10 ..... 193**

**COMPOSIÇÃO DE FOLHAS ..... 193**

A função *Resultados>Composição Folhas>Compor...* ..... 194
A função *Resultados>Composição Folhas>Ver Composição...* ..... 196
A função *Resultados>Composição Folhas>Opções...* ..... 198
Outras funções do submenu *Resultados>Composição Folhas* ..... 200
As esquadrias nas folhas de composição ..... 201
"Layers" em legendas ..... 202
Edição de legendas ..... 203
Propriedades ..... 204
Áreas de atribuição de propriedades ..... 204
Opções ..... 204
Indeterminações de variáveis ..... 207
Armazenamento de legendas para cada estrutura ..... 207
Nomes de ficheiros ..... 208
Modificação das legendas já introduzidas em composições ..... 208
Modificação no desenho das legendas ..... 208
Modificação particular para um determinado desenho ..... 208
Composição de ficheiros DWG/DXF, DBU ou Raster ..... 209

**CAPÍTULO 11 ..... 214**

**FUNDAÇÕES ..... 214**

O submenu *Geometria>Sapata* ..... 215
O submenu *Geometria>Lintéis Fundação* ..... 219
Opções de cálculo da fundação ..... 221
Cálculo da fundação ..... 223

Listagem de acções: *...>Acções Fundações* ..... 223
Listagem de reacções: *...>Reacções Sapatas* ..... 224
Listagem de sapatas: *...>Listagens>Sapatas* ..... 225
Exemplo: ..... 226
Listagem de lintéis de fundação: *...>Listagem>Lintéis Fundação* ..... 226
Quadros de sapatas: *Resultados>Armaduras* ..... 227
Exemplo ..... 227
O submenu *Resultados>Armaduras>Lintéis Fundação* ..... 228

**CAPÍTULO 12 ..... 232**

**LAJES ALIGEIRADAS ..... 232**

Definições prévias ..... 232
Introdução de Laje Aligeirada. Função *Acções>Definir...* ..... 233
*Acções>Introduzir>Em Lajes aligeiradas...* ..... 235
Introdução de Lajes Aligeiradas. Função *Geometria>Lajes Aligeiradas...* ..... 235
Modelação de consolas ..... 237
O submenu *Geometria>Lajes Aligeiradas* ..... 237
O submenu *Secções>Lajes Aligeiradas* ..... 240
O submenu *Cálculo>Lajes Aligeiradas* ..... 240
Planos de armaduras de lajes aligeiradas ..... 242
A função *Resultados>Desenhos>Lajes Aligeiradas>Desenhar...* ..... 244
O submenu *Resultados>Armaduras>Retocar* ..... 246
A função *Secções>Lajes Aligeiradas>Listar Fichas...* ..... 247
A função *Resultados>Listagens>LajesAligeiradas> Vigotas* ..... 248
A função *Resultados>Medições>Lajes Aligeiradas* ..... 249

**CAPÍTULO 13 ..... 252**

**MUROS DE CAVE E DE CONTENÇÃO ..... 252**

Considerações prévias sobre a geometria dos muros ..... 252
Geometria do Muro de Cave ..... 252
Alturas ..... 253
Interacção Sobre a Estrutura ..... 253
Geometria do Muro de Contenção em Consola ..... 254
Alturas dos muros de contenção em consola ..... 255
O submenu *Geometria>Muros de Cave-Contenção* ..... 256
Muros de Cave ..... 256
Muros de Contenção em Consola ..... 257
O submenu *Secções>Muros de Cave-Contenção* ..... 260
Pré-dimensionamento de Muros de Cave e de Contenção ..... 261
Considerações sobre os impulsos do terreno ..... 261
Muro Cofrado nas Duas Faces. ..... 262
Muro Cofrado Contra o Terreno ..... 262
O submenu *Cálculo>Muros de Cave-Contenção* ..... 263
O submenu *Resultados>Armaduras>Muros de Cave-Contenção* ..... 265
A função *Resultados>Armaduras>Retocar>Muros de Cave-Contenção* ..... 267
A função *Resultados>Listagens>Muros de Cave-Contenção* ..... 268
A função *Resultados>Medições>Muros de Cave-Contenção* ..... 269

**CAPÍTULO 14 ..... 273**

**LAJES FUNGIFORMES ALIGEIRADAS E LAJES MACIÇAS ..... 273**

Definições prévias ..... 273
O submenu *Geometria>Lajes Fung. Alig.-Maciças-Fundação* ..... 274
*...>Introd. Fung. Aligeirada...* ..... 275
*...>Introd. Maciça...* ..... 276
O submenu *Geometria>Lajes Fung. Alig. – Maciças-Fundação >Operações* ..... 280
O submenu Geometria>Lajes Fung. Alig. – Maciças-Fundação>Desenhar ..... 281
O submenu *Geometria>Lajes Fung. Alig.-Maciças-Fundação>Vigas de Laje* ..... 282
O submenu *Geometria>Lajes Fung. Alig.-Maciças-Fundação>Ábacos* ..... 284
Introdução de acções ..... 285
O submenu *Secções>Lajes Fung. Alig.-Maciças-Fundação* ..... 287
Criação e modificação de fichas de lajes fungiformes aligeiradas ..... 289
Definições Prévias ..... 289
Criação de Novas Fichas ..... 289
Criação e modificação de fichas de vigas em laje ..... 292
O submenu *Cálculo>Lajes Fung. Aligeiradas* ..... 293
O submenu *Cálculo>Lajes maciças* ..... 297
O submenu *Resultados>Desenhos* ..... 300
O submenu *Resultados>Desenhos>Lajes Fung. Aligeirada -Maciças* ..... 301
A função *Resultados>Desenhos>Lajes Fung. Aligeiradas-Maciças>Desenhar...* ..... 307
O submenu *Resultados>Armaduras>Retocar* ..... 309
A função *Resultados>Listagens>Lajes Fung.Alig.-Maciças-Fundação>Vigas de laje* ..... 311
A função *Resultados>Medições>Lajes Fung. Aligeiradas* ..... 311
A função *Resultados>Medições>Lajes Maciças* ..... 312
A função *Resultados>Medições>Vigas de laje* ..... 313
A função *Resultados>Gráficos>Isovalores...* ..... 313

**CAPÍTULO 15 ..... 319**

**PAREDES RESISTENTES ..... 319**

Definições prévias ..... 319
O submenu *Geometria>Paredes resistentes* ..... 321
Introdução de acções ..... 325
Pressão de Terras e Fluidos ..... 325
O submenu *Cálculo>Paredes resistentes* ..... 327
A função *Resultados>Gráficos>Isovalores...* ..... 329
Desenhos de Paredes resistentes ..... 330
O submenu *Resultados>Desenhos>Cortes* ..... 332
O submenu *Resultados>Desenhos>Paredes resistentes* ..... 333
A função *Resultados>Armaduras>Retocar>Paredes resistentes* ..... 335
A função *Resultados>Listagens>Paredes resistentes* ..... 335
A função *Resultados>Medições>Paredes resistentes* ..... 336

**CAPÍTULO 16 ..... 341**

**ESTACAS E MACIÇOS DE ENCABEÇAMENTO ..... 341**

Definições prévias ..... 341
O submenu *Geometria>Maciços de Encabeçamento e Estacas* ..... 342
Introdução de Lintéis de Fundação ..... 344
O submenu *Secções>Estacas Pré-fabricadas* ..... 344

Criação de uma nova série ..... 344
O submenu *Cálculo>Maciços de encabeçamento e Estacas* ..... 345
A função *Resultados>Listagens>Fundações>Maciços de Encabeçamento* ..... 346
A função *Resultados>Listagens>Fundações>Lintéis Fundação* ..... 347
Quadro Maciços de Encabeçamento: *Resultados> Armaduras* ..... 347
Desenhos de armaduras dos Lintéis de Fundação ..... 348
Desenhos de Maciços e Estacas ..... 348
A função *Resultados>Medições>Fundações* ..... 349

**CAPÍTULO 17 ..... 351**

**PAREDES RESISTENTES DE BLOCOS DE BETÃO ..... 351**

Definições prévias ..... 351
O submenu Geometria>Paredes Resistentes ..... 352
Propriedades de paredes de blocos de betão ..... 354
Introdução de vergas ..... 356
O submenu *Secções>Paredes de peças* ..... 357
Base de dados de peças e secções ..... 358
Base de dados de Armaduras de Juntas/Travessas ..... 359
O submenu Cálculo>Paredes Resistentes ..... 360
Cálculo de paredes resistentes com Blocos de betão ..... 361
Acções concentradas ..... 362
Opções de armadura e comprovação ..... 362
Comprovação de paredes resistentes de Blocos de betão não armadas ..... 364
Comprovação de paredes resistentes de Blocos de Betão armados ..... 364
Parede confinada ..... 364
Detalhes de armadura ..... 365
Resultados: Listagens e Gráficos ..... 365
Listagem de tensões nodais ..... 365
Gráfico de deslocamentos e gráfico de modos de vibração ..... 366
Gráfico de Isovalores ..... 366
Listagem de informação de Blocos de betão ..... 367
Resultados: Desenhos de paredes resistentes de Blocos de betão ..... 367
Opções de desenhos de paredes resistentes de Blocos de betão ..... 368
Roços e Ressaltos ..... 372
Resultados: Medição de Paredes Resistentes de Blocos de betão ..... 373
Resultados: Preparação de Obra de Paredes Resistentes de Blocos de betão ..... 373

# Capítulo 1

# Windows

**INTRODUÇÃO**

- Ao longo do capítulo explicam-se noções referentes à utilização do ambiente Windows e a sua aplicação no programa Tricalc.

**OBJECTIVOS**

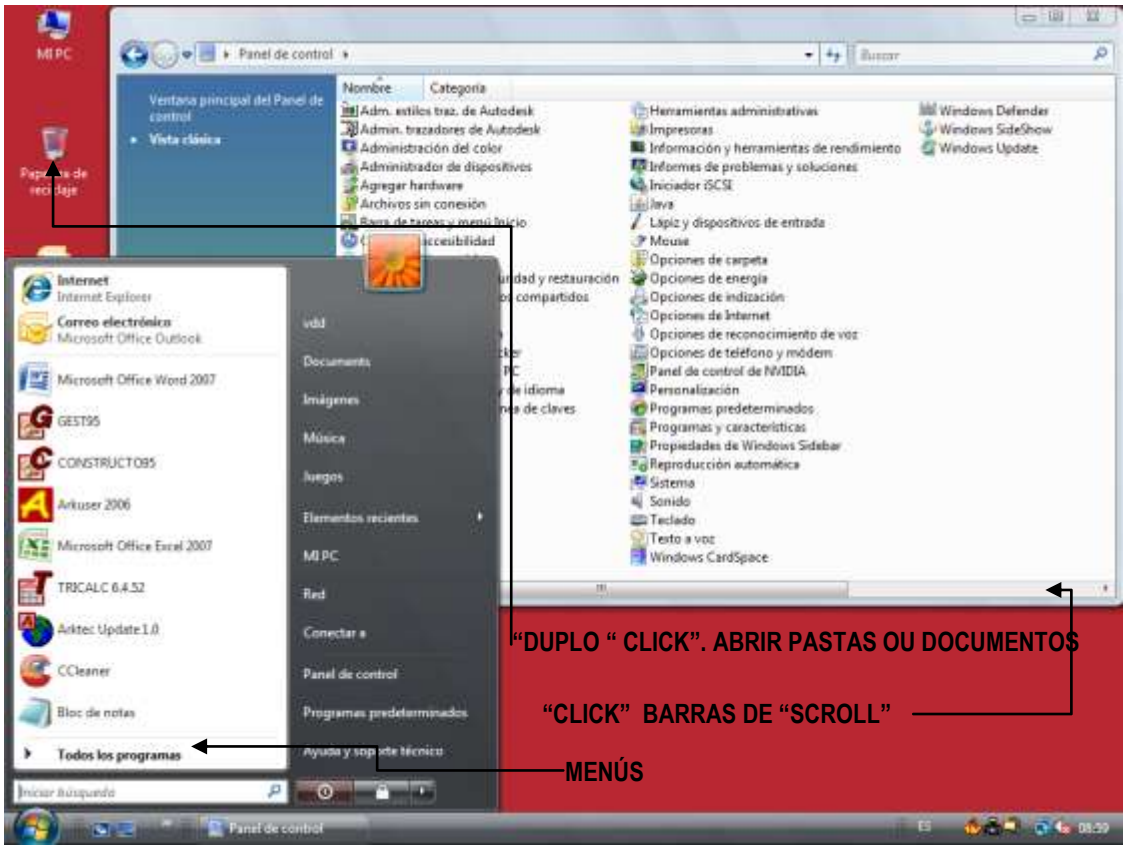
- O utilizador começará a familiarizar-se com a utilização do rato e com o significado das janelas e ícones que possibilitam o trabalho no ambiente Windows.

## Utilização do rato no Windows

No ambiente Windows, o rato possui diferentes utilidades. Entre as de utilização mais comum podem destacar-se as seguintes:

- Selecção de menus e comandos, pressionando sobre eles com o botão esquerdo.
- Activação de opções ou de campos para se escrever dentro das caixas de diálogo.
- Aumento ou diminuição do tamanho das janelas, pressionando com o botão esquerdo sobre um canto ou sobre um lado da janela, e arrastando o rato até a janela adoptar o tamanho desejado.
- Activação de aplicações, efectuando um **duplo-clique** sobre o ícone correspondente à aplicação.
- Deslocamento das listagens ou dos gráficos que aparecem numa janela. Nestes casos, nas barras laterais, direita e inferior da janela, aparecem uns elementos, chamados **barras de scroll**, formados por ícones em forma de seta, que permitem deslocar o conteúdo de uma janela, tanto no sentido horizontal como na vertical.

No manual de instruções, encontra informação mais detalhada sobre a utilização do rato no ambiente Windows.

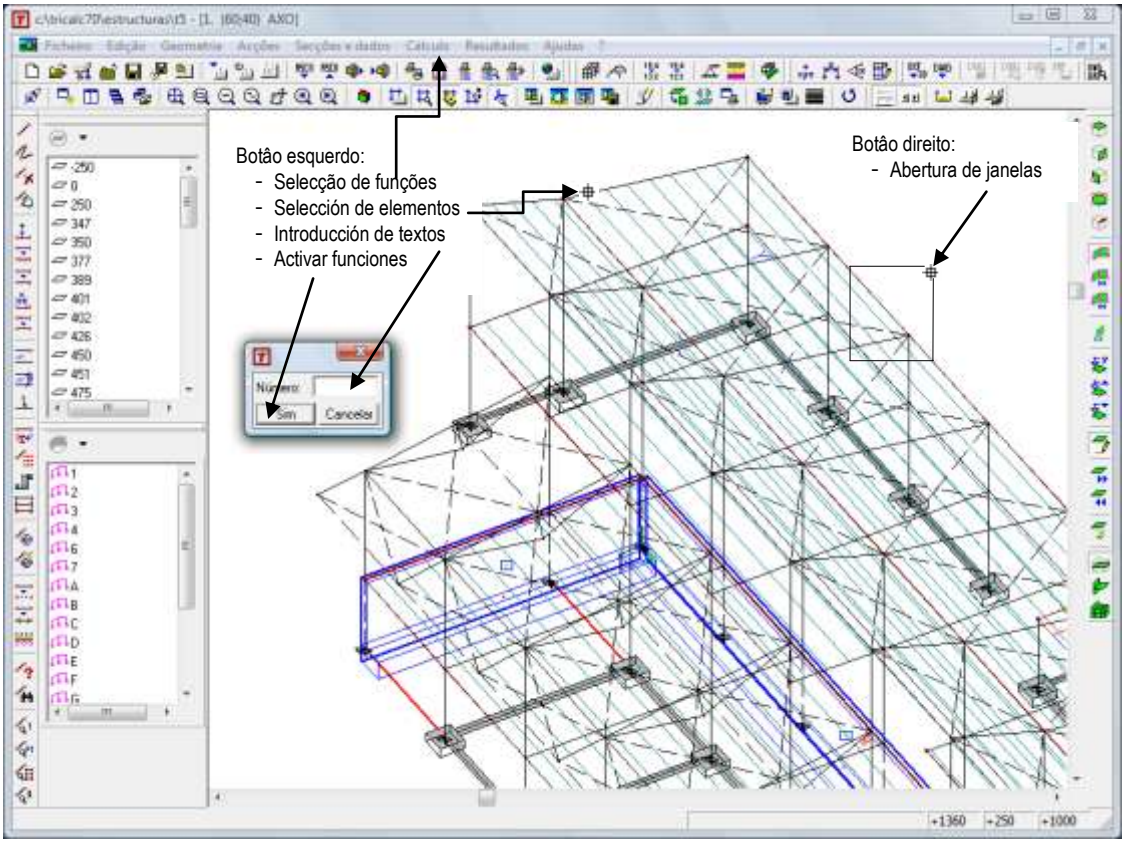



## Utilização do rato no Tricalc

No programa Tricalc, o rato é utilizado fundamentalmente para as seguintes funções:

- Selecção gráfica de nós e de barras da estrutura.
- Selecção de menus e funções do programa.
- Activação, dentro das caixas de diálogo, das diferentes opções existentes e dos campos necessários para a introdução de algum dado de texto através do teclado.

No programa Tricalc utilizam-se dois botões do rato. Se o rato possui três botões, utilizam-se somente o botão esquerdo e o botão direito.




## Botão esquerdo

A operação que se realiza mais frequentemente com o botão esquerdo do rato é a que consiste na selecção de nós e de barras, para se efectuarem funções, tais como, a introdução de acções, a atribuição de dados, etc. Também pode ser utilizado nas seguintes acções:

- Selecção de menus e de funções. Para tal basta pressionar directamente sobre o menu ou função correspondente.
- Inserção de um texto dentro de um campo numa caixa de diálogo. Se pressionar com o botão esquerdo dentro de um campo de texto, aparece um cursor intermitente, indicando o início do texto a introduzir. Se mantém o botão pressionado sobre um texto existente e se desloca o rato na horizontal, as letras aparecerem em cor inversa. A partir da primeira letra, escreve-se um novo texto.

Há opções dentro do programa que se activam pressionando com o botão esquerdo um campo para o efeito. Se esse campo fica cheio a preto ou com uma marca, a opção está activada. É o caso dos campos de verificação (ou **check-box**) e dos campos de selecção (ou **radio-button**).

### "Duplo-clique" com o botão esquerdo

Esta acção é característica dos programas desenvolvidos no Windows. Consiste em pressionar e soltar o botão do rato duas vezes, de forma rápida e consecutiva. Utiliza-se, por exemplo, sobre o ícone do programa para executá-lo.

## Botão direito

No Tricalc, o botão direito do rato utiliza-se nas seguintes acções:

- Captura de pontos da **malha**. Quando se activa um plano de trabalho, coloca-se automaticamente sobre ele uma malha que pode servir, por exemplo, para colocar nós nesse plano, para definir contornos de lajes, etc.
- Abertura de janelas. Para tal pressiona-se o botão direito do rato num ponto que marcará um vértice da janela. Mantendo-o pressionado, arrasta-se até ao vértice contrário e, uma vez que a janela tenha as dimensões desejadas, solta-se o botão. As janelas de rato podem utilizar-se para:
- Seleccionar graficamente vários elementos, nós ou barras, de cada vez. Somente se seleccionam aqueles que se encontrem **totalmente** incluídos na janela.
- Realizar **zooms** com algumas das funções do submenu **Ajudas>Janela**.

De uma forma fácil poderá assumir-se que, durante a definição da modelação da estrutura em Tricalc, o botão esquerdo do rato serve para seleccionar elementos já existentes (nós, barras, lajes, paredes, muros, etc.) e o botão direito para seleccionar qualquer ponto do espaço ou realizar zoom com uma janela.

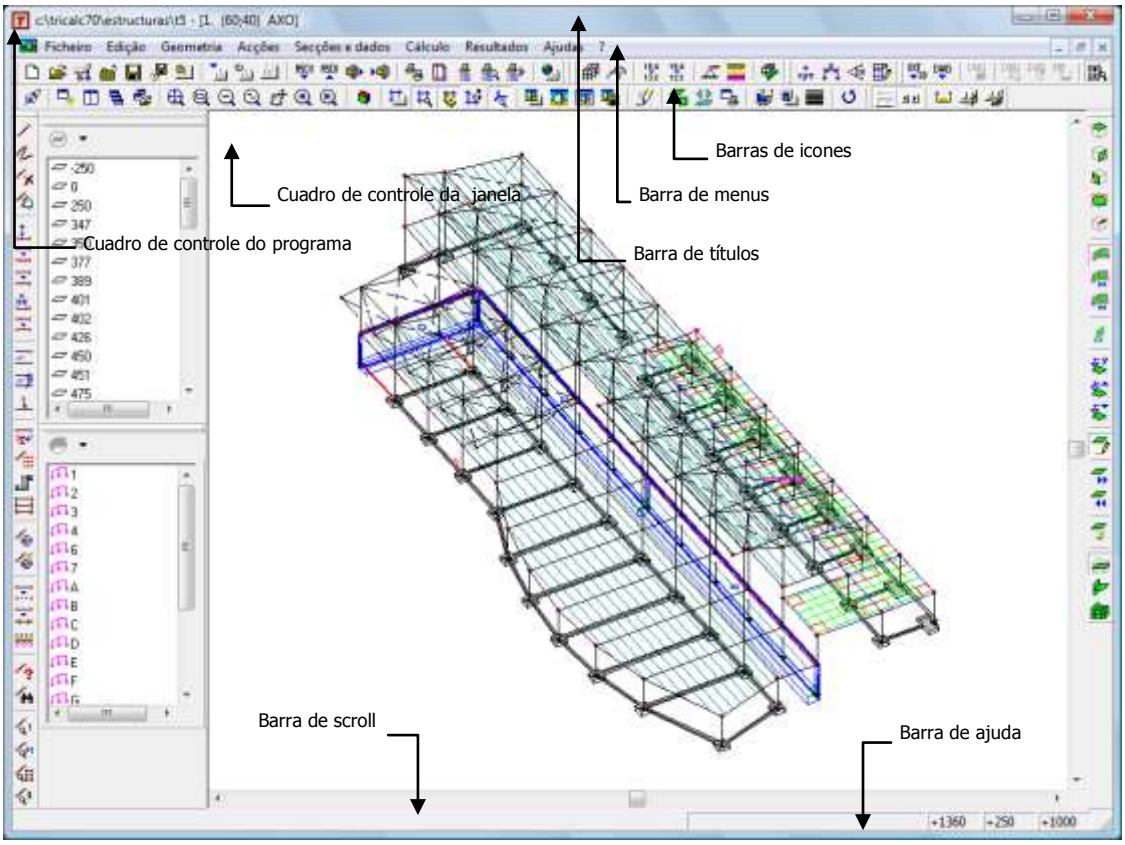
## Movimento interactivo da estrutura com o rato

Uniformizou-se a utilização da roda central do rato com a seguinte funcionalidade:

- **Shift+RODA,** altera a elevação, ângulo beta. Esta acção antes estava atribuída a Ctrl+X.
- **Ctrl+RODA**, altera-se o azimute, ângulo alfa. Esta acção antes estava atríbuida a Ctrl+Z.
- **ROTAÇÃO DA RODA** com o ponteiro sobre as barras de scroll horizontal ou vertical faz-se scroll.
- **ROTAÇÃO DA RODA** sobre as janelas do programa, realiza-se Zoom de aproximação ou afastamento em função da rotação da roda.
- **RODA PRESSIONADA** sobre as janelas do programa, produz-se um deslocamento da imagem.

# Descrição da janela do Tricalc

## Movimiento interactivo de la estructura con el ratón




Os elementos mais significativos da janela do programa Tricalc são:

- **Quadro de controlo do programa:** Pressionando com o botão esquerdo sobre o ícone da aplicação, aparece um menu, comum a todos os programas desenvolvidos no Windows, e que contém as funções **Restaurar, Mover, Tamanho, Minimizar, Maximizar, Fechar e Seguinte**.
- **Quadro de controlo da janela:** Pressionando com o botão esquerdo sobre o ícone que aparece no canto superior esquerdo da janela, visualiza-se um menu similar ao descrito para o **Quadro de controlo do programa**.
- **Barra de título:** Nesta barra figura o nome do programa que se encontra em utilização. Quando se trabalha com o Tricalc aparece, além do nome do programa, também o nome da estrutura aberta nesse momento.

  C:\Tricalc70\T5

- **Barra de menus:** Mostra os diversos menus do programa.

  Ficheiro Edição Geometria Acções Secções e dados Cálculo Resultados Ajudas ?

- **Barra de ícones:** Nesta barra podem-se colocar vários ícones que permitem executar as funções mais comuns do programa, sem necessidade de se utilizarem os respectivos menus.

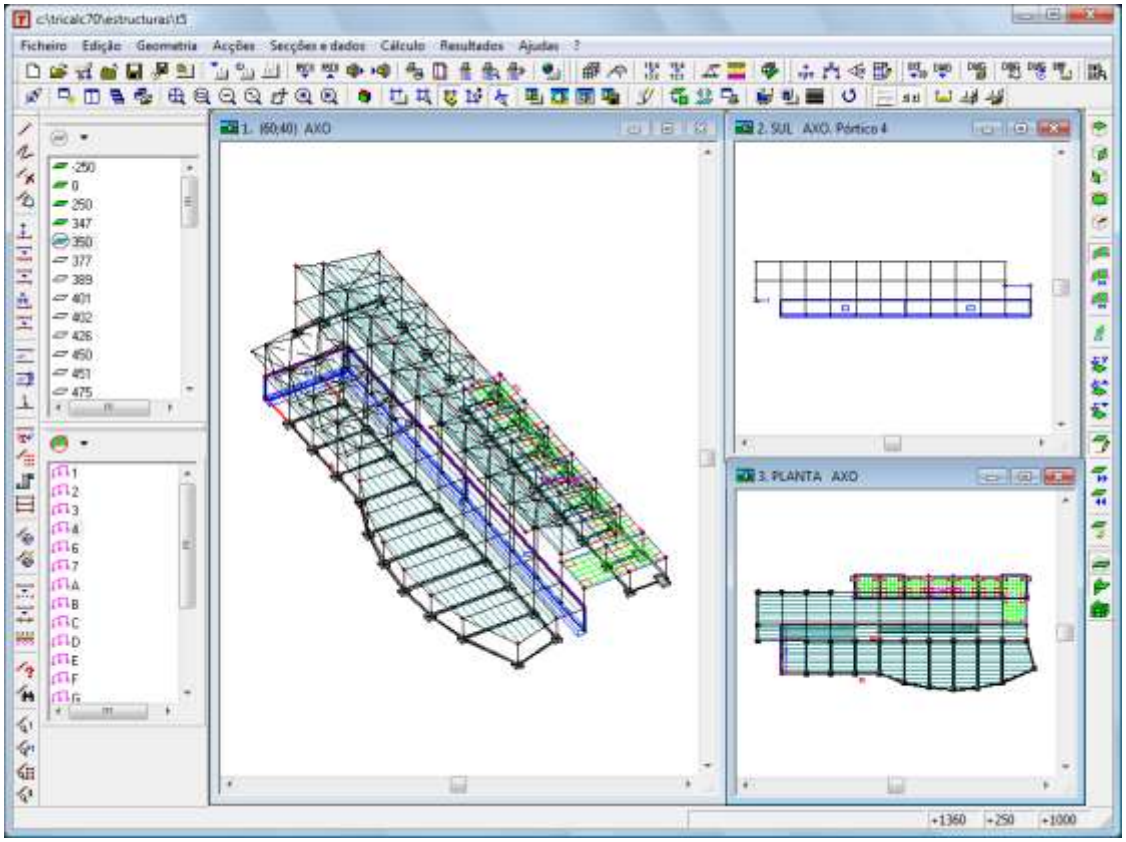
- **Minimizar aplicação:** Equivale à função **Minimizar** que se encontra dentro do **Quadro de controlo do programa**. É útil para fazer desaparecer a janela da aplicação, transformando-a num ícone dentro da barra de tarefas de Windows. Para voltar a activar uma aplicação minimizada, basta pressionar esse ícone.
- **Restaurar aplicação:** Equivale à função **Restaurar** que se encontra dentro do **Quadro do controlo do programa**. Quando uma aplicação ocupa todo o ecrã, este ícone permite reduzir o seu tamanho para poder trabalhar sobre várias aplicações simultaneamente.
- **Janela de trabalho:** é a área do ecrã onde se visualizam os dados da aplicação. No caso do Tricalc**,** podem existir até 10 janelas de trabalho, nas quais se podem ter diferentes vistas de uma estrutura, listagens, planos, etc.
- **Minimizar janela:** Equivale à função **Minimizar** que se encontra dentro do **Quadro do controlo da janela**. É útil para retirar da área de trabalho uma das múltiplas janelas que pode ter uma aplicação, reduzindo-a a um ícone na zona inferior. Para voltar a activar uma janela, basta fazer duplo-clique sobre esse ícone.
- **Maximizar janela:** Aumenta o tamanho de uma das janelas de trabalho até alcançar o máximo possível dentro da janela da aplicação.
- **Fechar janela:** Fecha a janela de trabalho.
- **Barras de scroll:** São utilizadas para realizar deslocamentos do conteúdo da janela de trabalho. O Windows considera que o comprimento de cada barra de scroll equivale ao comprimento total de cada lado da área de trabalho. Ao deslocar o ponto de vista pela área de trabalho, um ícone em cada barra de scroll, mostra de uma forma gráfica, a posição que se está a visualizar. As barras de scroll podem aparecer também nas janelas das listagens no ecrã.

- **Barra de ajuda:** Mostra diferente informação durante a execução do programa, como a descrição de cada função, mensagens de ajuda, etc.

- **Aumento e redução do tamanho de uma janela:** As janelas podem-se reduzir ou aumentar de tamanho, pressionando, sem soltar, com o botão esquerdo sobre um canto ou um lado da janela e arrastando o rato até que esta adopte o novo tamanho desejado. Nesse momento, solta-se o botão.

As janelas têm três tamanhos pré-determinados:

| | |
|---|---|
| **Minimizada** | É a forma que adoptam quando se activa a função **Minimizar janela**. Consiste num ícone na zona inferior. |
| **Restaurar** | É o adoptado ao activar a função **Restaurar.** A janela recupera o tamanho que tinha antes de ser minimizada. |
| **Maximizada** | Quando se utiliza a função **Maximizar,** a janela ocupa a maior extensão possível no ecrã. |


c:\tricalc70\estructuras\t5
Ficheiro Edição Geometria Acções Secções e dados Cálculo Resultados Ajudas ?
1. (60;40) AXO
2. SUL AXO. Pórtico 4
3. PLANTA AXO
+1360 +250 +1000

# Capítulo 2

# Ficheiro

**INTRODUÇÃO**

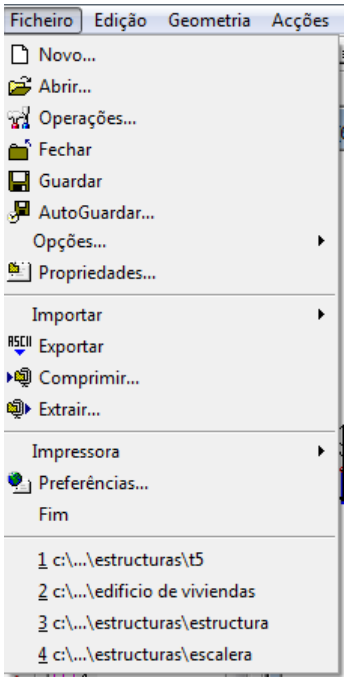
- Neste capítulo explicam-se as funções do menu Ficheiro, referentes à gestão dos ficheiros do programa, assim como as opções de impressão.

**OBJECTIVOS**

- O utilizador ficará a conhecer os passos a seguir para abrir ficheiros de estruturas, realizar cópias, eliminá-los, etc. Além disso, poderá indicar ao programa a configuração da impressora ou plotter.

## Criação de novas estruturas

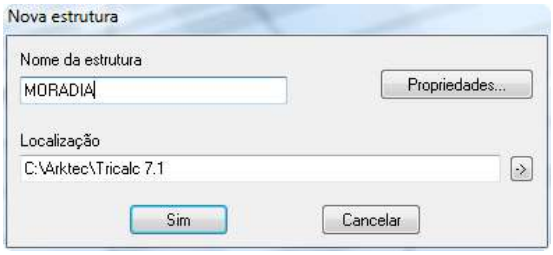
A informação das estruturas introduzidas em Tricalc armazena-se em pastas próprias, uma para cada estrutura. Estas pastas podem identificar-se através do símbolo Estrutura. As funções para criar e gerir novas estruturas encontram-se no menu **Ficheiro**.



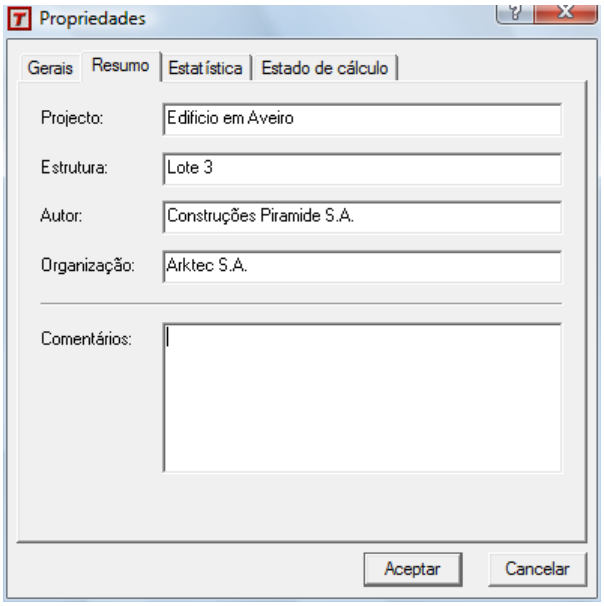

As estruturas podem armazenar-se em qualquer pasta do computador ou em qualquer unidade de rede. Podem igualmente ser armazenadas em qualquer outra unidade de armazenamento compatível com o sistema operativo Windows. Geralmente opta-se por armazenar as estruturas como subpastas de **C:\TricalcXX** (em que **XX** representa a versão do programa, por exemplo 6.0).

Para criar uma nova estrutura devem-se efectuar os seguintes passos:

- Seleccionar a função **Ficheiro>Novo.**
- No campo **Nome da estrutura:** escrever o nome da estrutura. Este pode ter até 256 caracteres e incluir espaços no interior.
- No campo **Localização:** introduzir o caminho para a pasta onde se pretende armazenar a estrutura. O programa irá assim criar uma nova pasta, associada ao programa Tricalc na localização aqui indicada.



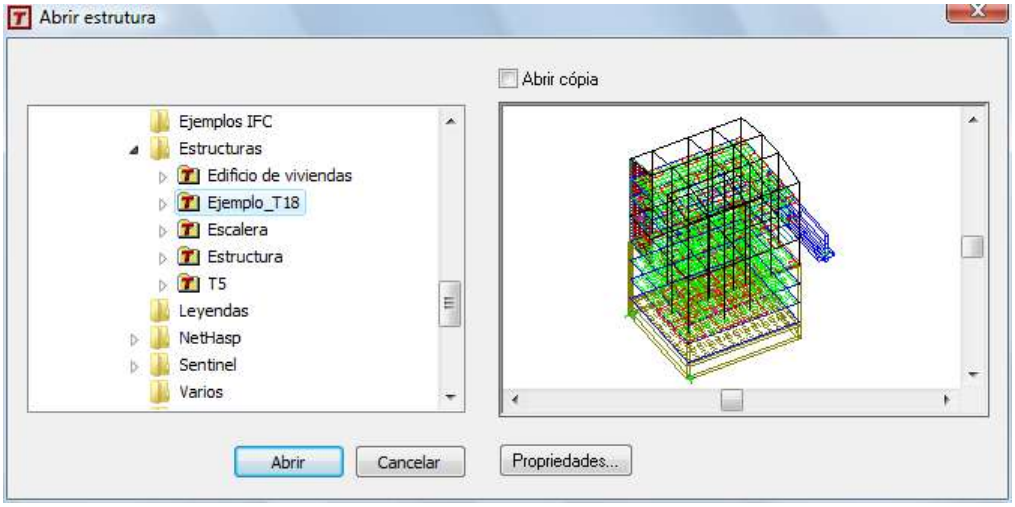

- Através do botão **Propriedades** acede-se a uma caixa de diálogo onde se pode visualizar e introduzir informação relativa ao projecto e à estrutura. Pode-se aqui introduzir, no separador **Resumo,** informação relativa ao projecto, à estrutura, ao projectista e à empresa ou organização, bem como um comentário em texto mais extenso.



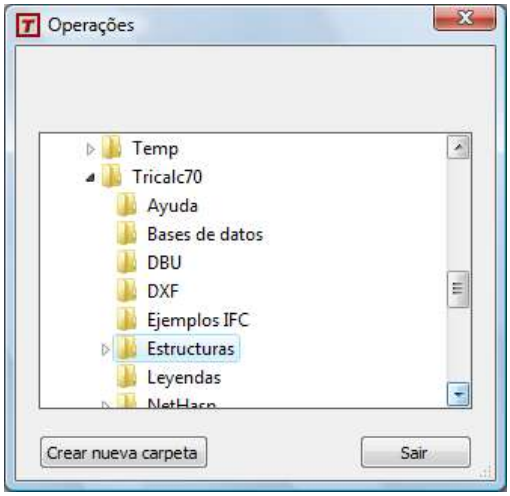

- Pressionar o botão **OK**.
- Pressionar o botão **Sim**.

## Funções relativas à gestão de ficheiros

| Função | Descrição |
|---|---|
| **Ficheiro>Novo** | Criação de uma nova estrutura. |
| **Ficheiro>Abrir** | Permite abrir estruturas armazenadas no computador, na rede ou em dispositivos de armazenamento identificados pelo sistema operativo Windows. Dentro da caixa de diálogo **ABRIR ESTRUTURA** existe a opção **Abrir Cópia**. Por defeito, aparece inactiva, pelo que se abrirá a estrutura original. Se activar a opção **Abrir Cópia,** cria-se uma cópia da estrutura seleccionada. Neste caso, conservam-se os dados da estrutura original e as modificações fazem-se sobre a cópia. O nome da nova pasta da estrutura atribui-se de forma automática adicionando a palavra "**Cópia de**" ao nome da estrutura original. Se já existe uma cópia anterior desta estrutura em uma pasta de nome "Cópia de XXX", a nova cópia da estrutura é criada em uma pasta distinta que tem o nome de "Cópia (2) de", e assim sucessivamente para todas as cópias. Pode-se, antes de abrir a estrutura, visualizar uma imagem da mesma, armazenada em formato **emf** (enhanced meta file) que permite a realização de zooms sobre a imagem. Para aplicar um zoom, basta clicar com o rato na janela onde se encontra a imagem. Ao clicar com o botão esquerdo realiza-se uma ampliação da imagem e ao clicar com o botão direito realiza-se uma redução da imagem. |



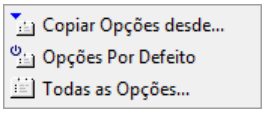

**Ficheiro>Operações** À semelhança do **Explorador do Windows** a caixa de diálogo **Operações** permite que se alterem as propriedades das pastas da estrutura. É assim possível, através de um clique realizado com o botão direito do rato, aceder a funções típicas do **Explorador do Windows** como **Mudar nome**, **Copiar**, **Cortar**, etc. Esta função só funciona com o sistema operativo Windows XP.




**Ficheiro>Fechar** Esta função fecha a estrutura que estiver aberta, armazenando todos os seus dados em disco.

**Ficheiro>Guardar** Esta função armazena em disco os dados da estrutura que está em utilização, mas mantém-na aberta, permitindo continuar a trabalhar na mesma estrutura.

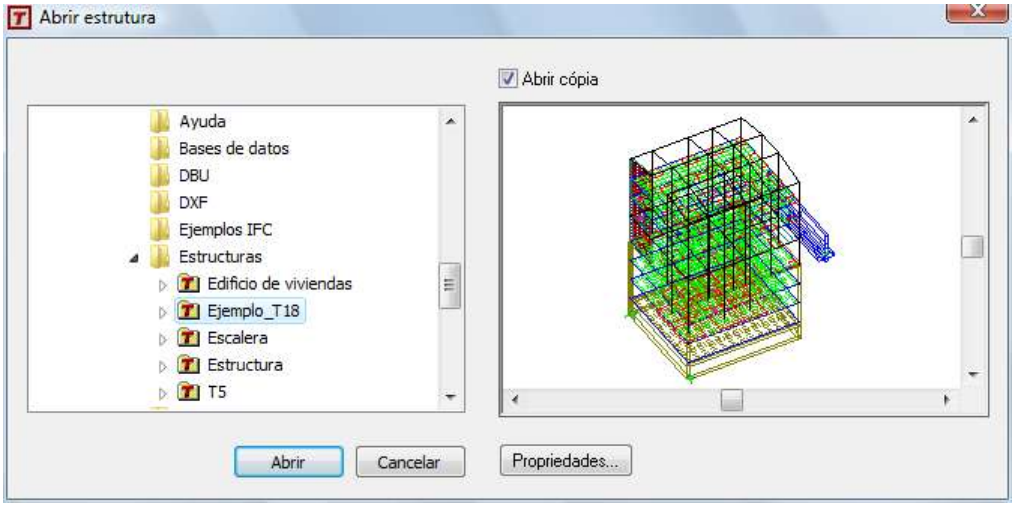
**Ficheiro>AutoGuardar** Esta função faz com que o programa guarde em disco os dados introduzidos na estrutura de forma automática, em intervalos de tempo fixados pelo utilizador. Esta função não se conserva activa de uma sessão para outra, devendo activar-se, cada vez que se executa o programa.

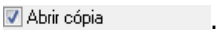
| | |
|---|---|
| **Ficheiro>Opções** | Nesta função encontram-se todas as opções de configuração do programa. Aqui se podem copiar opções a partir de outras estruturas, alterar as opções da estrutura em que estamos a trabalhar para as opções por defeito e alterar uma a uma as opções do programa.<br>  |
| **Ficheiro>Fim** | Esta função finaliza a sessão de trabalho, armazenando no disco os dados da estrutura na qual se está a trabalhar, e abandonando o programa. |

## Como copiar uma estrutura

Para realizar uma cópia da estrutura devem-se efectuar os seguintes passos.

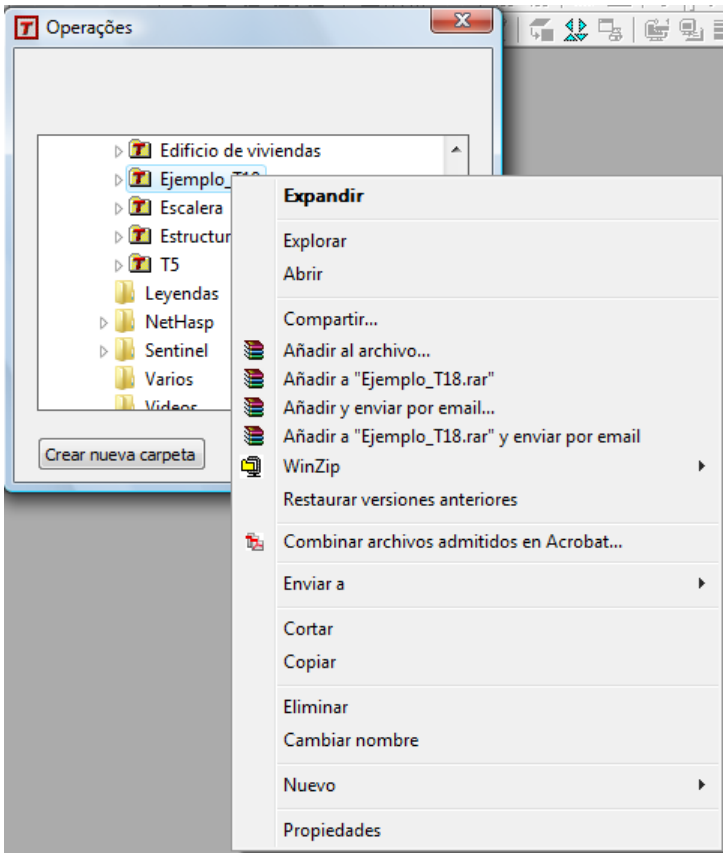
- Seleccionar a função **Ficheiro>Abrir.**
- Seleccionar a estrutura da qual quer realizar cópia (pode ser inclusive a estrutura em que está a trabalhar e que se encontra aberta).




- Activar a opção  . Clicar no botão e o programa irá gerar uma cópia da estrutura.

## Como eliminar uma estrutura

- Seleccionar a função **Ficheiro>Operações.**
- Seleccionar a estrutura que se pretende eliminar e clicar com o botão direito do rato. Aparecerá um menu contextual semelhante ao apresentado abaixo

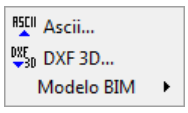



- Neste menu poderá escolher a operação que pretende realizar. No nosso caso seleccionamos a função **Eliminar**.

## Como mudar o nome a uma estrutura

O processo é semelhante ao indicado para a eliminação de estruturas, excepto na selecção da função a aplicar que será a função **Mudar o nome**.

## O submenu Ficheiro>Importar




Na fase de definição da geometria de uma estrutura, o programa Tricalc permite a importação de ficheiros de desenho em formatos Ascii, DWG, DXF-3D, DXF-2D, DBU ou **Raster**. Em função do tipo de ficheiro, o programa interpreta a informação de diferentes maneiras. Neste submenu encontramos as

funções de importação dos ficheiros que o programa Tricalc converte automaticamente em elementos estruturais. É o caso dos ficheiros Ascii e DXF 3D.

| Função | Descrição |
|---|---|
| **Ascii** | Incluem dados numéricos relativos às coordenadas dos nós da estrutura, as barras existentes, as acções, etc. num formato de importação próprio de Tricalc. Podem-se gerar a partir de folhas de cálculo, processadores de texto, etc. Tricalc recupera essa informação, e gera de forma automática a estrutura (veja o capítulo 8 do **Manual de Instruções de** Tricalc para mais informações sobre o formato destes ficheiros). |
| **DXF 3D**... | Este formato de ficheiro é gerado pela maioria dos programas de CAD. No programa de CAD, pode-se definir um conjunto de linhas e de pontos que representem os eixos e nós da estrutura tridimensional. Tricalc interpretará, que cada linha é uma barra da estrutura (viga, pilar ou diagonal) e que cada ponto é um nó. Pode-se portanto criar um ficheiro DWG com pontos no lugar onde existirão os pilares e linhas nos locais onde existirão as vigas, tendo-se assim logo definida a estrutura inicial. |
| **Modelo BIM** | Esta revisão incorpora no módulo ***Tricalc.16*** funções para a importação de modelos no formato IFC (Industry Foundation Classes), conservando a importação no formato Allplan de versões anteriores. |
| **Ficheiro>Exportar** | Esta função gera ficheiros em formato Ascii com informação da estrutura, no formato de exportação próprio de Tricalc. Estes ficheiros colocam-se na subpasta da estrutura (com extensão ASC), e podem ser utilizados para se ligarem com outros programas ou pós-processadores. |
| **Ficheiro>Comprimir** | Esta nova função cria um ficheiro de extensão zip no formato Zip. Neste ficheiro são comprimidos todos os ficheiros da estrutura aberta. Caso se queira comprimir uma estrutura é necessário, portanto, que esta se encontre aberta. No ficheiro zip não se armazena o **path** completo da estrutura. O nível de compressão utilizado é o máximo disponível, o que implica uma menor velocidade de compressão e de extracção ou descompressão.<br>No ficheiro em formato zip cria-se uma subpasta **Bases de datos**, onde se armazenam as bases de dados utilizados pela estrutura aberta: lajes aligeiradas de extensão TR5, lajes fungiformes aligeiradas de extensão TR7, vigas de laje com ficha pré-definida no ficheiro zunchos.zun e bases de perfis em ficheiros de extensão prf. |
| **Ficheiro>Extrair** | Esta nova função descomprime um ficheiro zip de uma estrutura para a pasta da estrutura actualmente aberta. O ficheiro zip pode ter sido criado com o Tricalc ou com outro programa que comprima neste formato (como o programa WinZip, por exemplo).<br>Para utilizar a função **Extrair** é necessário ter aberta uma estrutura. Se a estrutura não estiver vazia, os elementos (barras, nós, paredes, ...) que existam na estrutura aberta eliminam-se, e são substituídos pela geometria de elementos incluída no ficheiro zip.<br>Se o ficheiro zip foi criado com o programa WinZip e tem armazenado o **path** completo dos ficheiros, a extracção realizada por esta função conserva o **path** utilizado partindo da pasta da estrutura. Não é possível abrir a estrutura até que se situe na pasta correspondente. Por exemplo, caso se tenha aberto uma estrutura |

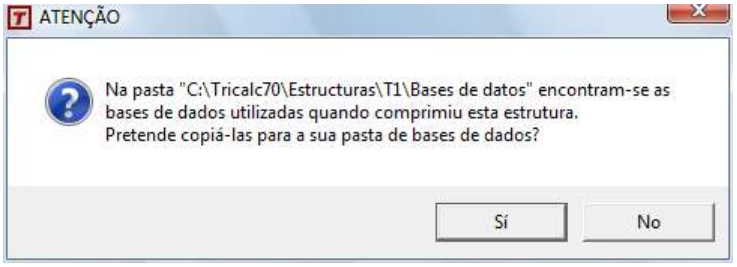
na pasta **C:\Tricalc\Projectos\Est**, e se utilize a função **Extrair** para descomprimir um ficheiro zip que contém ficheiros comprimidos com o path **\Teste\Exemplos\Fase1**, então, o sistema de ficheiros resultante será

**C:\Tricalc\Projectos\Est\Teste\Exemplos\Fase1**.

Para abrir a estrutura "fase1" será necessário situarmo-nos na pasta "...\Fase1".

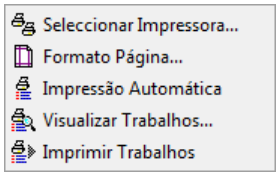
Quando se descomprime um ficheiro zip criado com Tricalc 6.0 ou posterior, as bases de dados utilizadas na estrutura descomprimem-se em uma subpasta dentro da pasta da estrutura extraída, de nome "...\Bases de datos". Poderá copiar estes ficheiros de bases de dados (de extensões **TR5**, **TR7** e **PRF**, e o ficheiro **ZUNCHOS.ZUN**) para a pasta correspondente existente no disco ou, preferencialmente, pode utilizar estas bases de dados independentemente das bases de dados existentes no disco, modificando o valor da variável **Pasta das bases de dados** da função **Ficheiro>Preferências...**.

Na situação descrita anteriormente exibe-se uma mensagem ao finalizar a descompressão de uma estrutura comprimida com Tricalc 6.0 ou posterior informando qual a pasta onde foram colocadas as bases de dados.


ATENÇÃO
Na pasta "C:\Tricalc70\Estructuras\T1\Bases de datos" encontram-se as bases de dados utilizadas quando comprimiu esta estrutura.
Pretende copiá-las para a sua pasta de bases de dados?
Sí
No

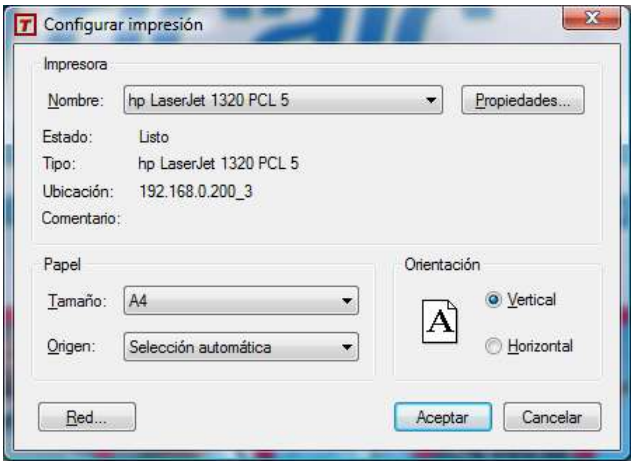
Poderá então alterar a variável de ambiente do programa **Pasta das bases de dados** para a pasta onde foram descomprimidos os ficheiros, ou, copiar esses mesmos ficheiros para a **Pasta das bases de dados** definida no programa.

## O submenu *Ficheiro>Impressora*




No programa Tricalc, podem modificar-se certas propriedades das impressoras instaladas, tais como a resolução, sentido do papel, tipos de letra, margens, etc.

| Função | Descrição |
|---|---|
| **Seleccionar Impressora...** | Esta função permite mudar a impressora utilizada pelo programa, de entre as instaladas no Windows. |

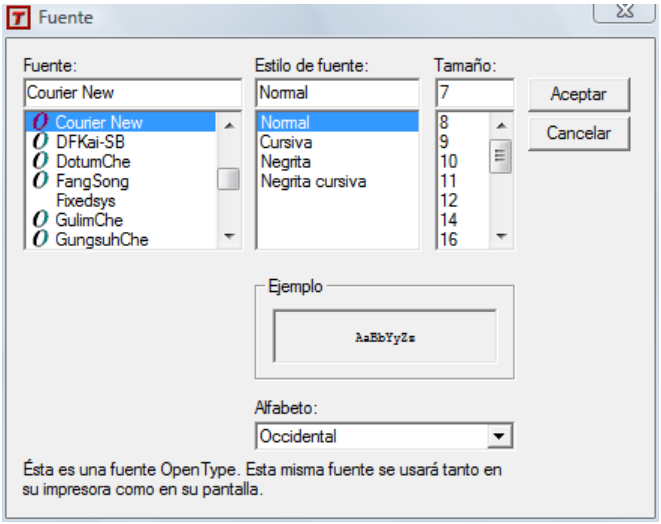



**Formato Página**

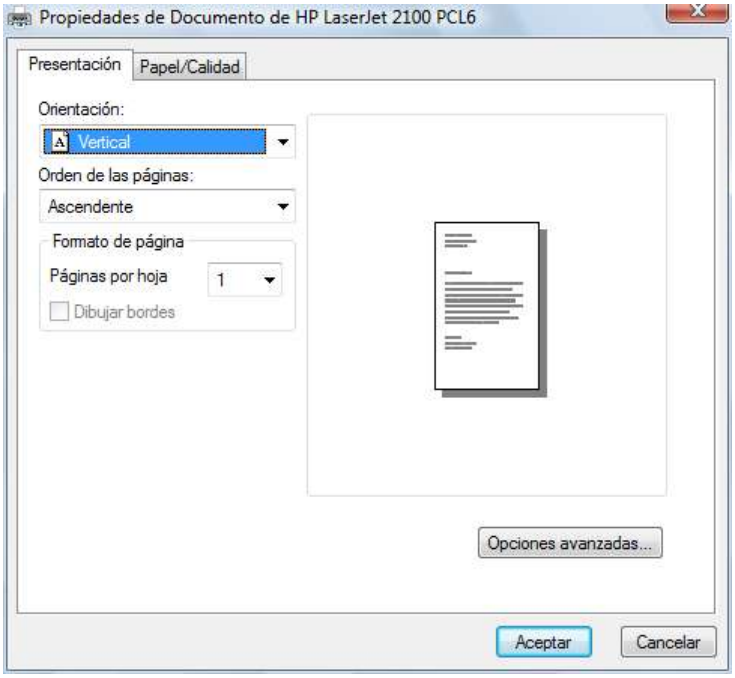
Esta função permite definir o tipo de letra a utilizar nas listagens da impressora, aceder ao **driver** da impressora pré-determinada para modificar os seus parâmetros, definir as margens de impressão inferior e esquerda e activar as opções **Autocentrado** e **Papel contínuo**.

A opção **Autocentrado** permite que o programa centre automaticamente as listagens na folha de papel. Esta opção tem prioridade em relação à **Margem esquerda**. A opção **Papel contínuo** faz com que o programa não envie um salto de página ao terminar cada uma das páginas, imprimindo por exemplo as armaduras de barras e de pórticos sem quebra de página.

O botão **Seleccionar Fontes...** permite aceder à janela para a escolha ou modificação do tipo de letra utilizado na impressão das listagens.



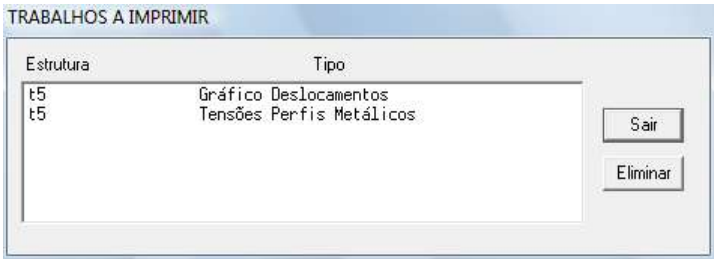

O botão **Configuração...** permite aceder ao **driver** da impressora pré-determinada, podendo-se modificar os parâmetros de impressão que ali são referidos, dependendo do modelo de impressora instalado. Os mais habituais são: tamanho do papel, resolução, alimentação, etc.




**Impressão Automática**

Esta função permite activar ou desactivar o **modo automático** de impressão. Neste modo de trabalho, podem-se enviar de forma simultânea vários trabalhos para a impressora, criando uma lista de tarefas pendentes. Esta função afecta tanto as listagens como os desenhos de armaduras ou gráficos

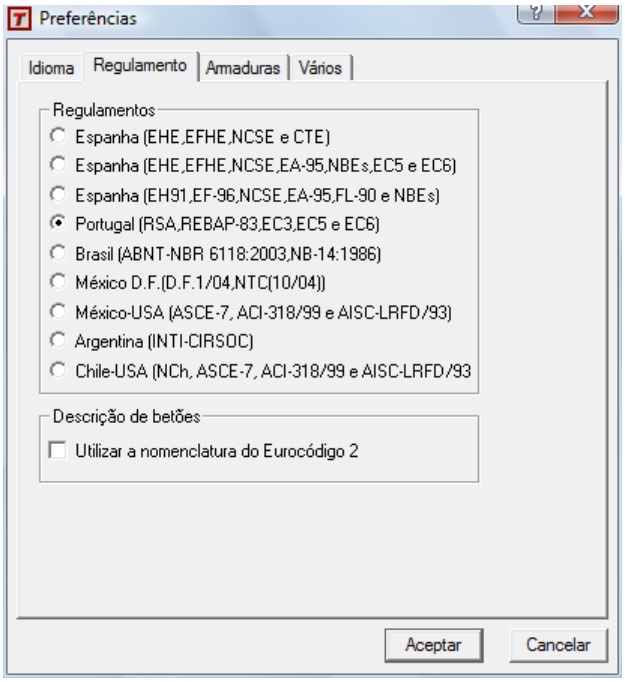
| | |
|---|---|
| | do programa. Se o **Modo automático** não está activado, a impressão de cada trabalho será produzida no momento solicitado. |
| **Visualizar Trabalhos...** | Esta função mostra uma caixa no ecrã com a listagem das tarefas de impressão pendentes. Quando se trabalha em **Modo automático**, é possível suprimir algum dos trabalhos solicitados, seleccionando-o e pressionando o botão **Eliminar**. |




| | |
|---|---|
| **Imprimir Trabalhos** | Com esta função começa a impressão dos trabalhos pendentes, de forma consecutiva. |

## Função *Ficheiro>Preferências...*

Esta função mostra uma caixa de diálogo com as seguintes opções:




| **Função** | **Descrição** |
|---|---|
| **Idioma** | Actualmente, o programa Tricalc permite trabalhar nos seguintes idiomas: espanhol, espanhol da América Latina, catalão, inglês, português e português do Brasil. |
| **Regulamento** | O Tricalc permite calcular com os seguintes regulamentos: |

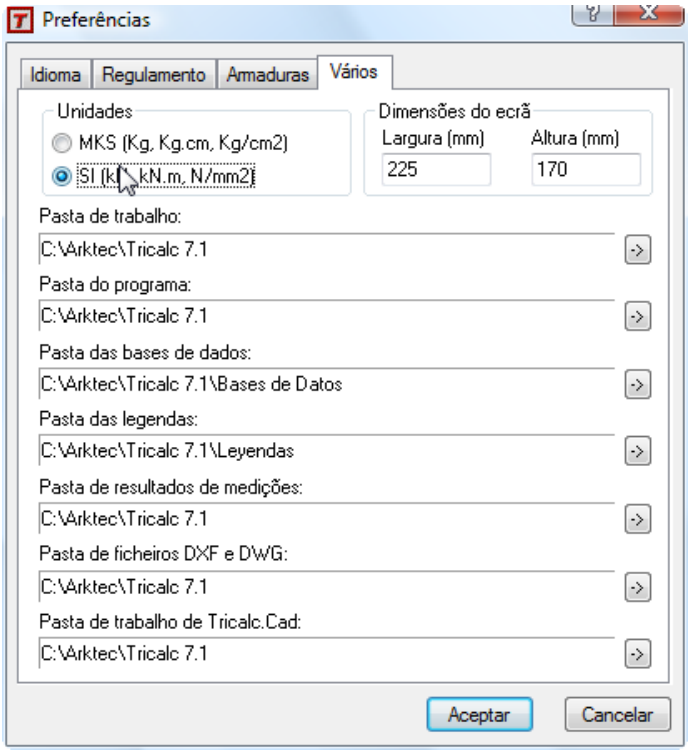
- España: CTE, EHE, EH-91, EFHE, EF-96, EC5, EC6 y NBEs: AE-88, EA-95 y NCSE-94, NCSE-2002
- Portugal: RSA, REBAP-83 y Eurocódigo-3.
- Brasil: NBR-6120/1986, NBR-6118/2003, NB-14/1986.
- México**:** Regulamento de Construções para o Distrito Federal do México de 4 de Junho de 1997, e as "Normas Técnicas Complementares do Regulamento de Construção para o Distrito Federal" nos seus capítulos referentes a estruturas de betão, acções do vento e do sismo.
- México-USA: ASCE-7, ACI 318/95 e AISC-LRFD-93.
- Argentina: INTI-CIRSOC.
- Chile-USA: nCH, ASCE-7, ACI 318/95 e AISC-LRFD-93.

A mudança dos Regulamentos numa estrutura já calculada, elimina os resultados do cálculo das armaduras de betão armado e da comprovação das secções metálicas, mas não os esforços e deslocamentos (temos de escolher o opção **Cancelar** quando questionados se desejamos perder os esforços calculados). É importante salientar que existem hipóteses de acções que se consideram de forma distinta em função da Regulamentação seleccionada. As hipóteses de acção 7 e 8 correspondem a sobrecargas na regulamentação espanhola, e a acções sísmicas na regulamentação portuguesa. Portanto, sempre que altera a regulamentação deverá novamente introduzir as acções sísmicas e calcular os esforços.

**Armaduras** Escolhe-se o tipo de representação que se pretende para as armaduras. Deve-se, no caso de Portugal, desactivar o varão de 14mm. Existem as seguintes opções disponíveis:

- **EH91/REBAP:** É a tabela mais habitual e a utilizada por defeito.
- Inclui todos os diâmetros utilizados pelas regulamentações
- **Espanhola e portuguesa**: 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20 e 25 mm.
- **Todos:** Inclui diâmetros desde 1 a 25 mm, em incrementos de 1 mm.
- **Polegadas:** Inclui os diâmetros da tabela **EH91/REBAP** convertidos a polegadas: 1/4", 3/8", 1/2", 5/8", 3/4", 7/8" e 1".
- **ASTM (Oitavos de polegada):** Inclui os diâmetros da Regulamentação Norte Americana ASTM, definidos em oitavos de polegada, de modo que N1 representa 1/8", N2 são 2/8", e assim, sucessivamente.
- **Eliminar diâmetro 14:** Permite não considerar o diâmetro de 14mm para Portugal. Caso esta opção esteja desactivada o programa calculará as armaduras com a possibilidade de utilizar diâmetros de 14mm.

**Vários** É possível escolher entre os sistemas de unidades MKS (Kg, Kg·cm e Kg/cm$^2$) ou Internacional (SI) (kN, kN·m, N/mm$^2$). A mudança de unidades afecta a entrada de dados e a saída de resultados, não se modificando os dados ou resultados já obtidos.




- É igualmente aqui que se seleccionam as pastas para armazenamento dos vários ficheiros do programa e das estruturas, como abaixo se descreve.

## Pasta de trabalho, Pasta do programa e Pasta das legendas

Na **Pasta de trabalho** encontram-se os ficheiros fornecidos com o programa, e a **Pasta do programa** passa a ser a pasta por defeito para o armazenamento das saídas do programa. Na **Pasta das legendas** armazenam-se os ficheiros **CAJETINES.CFG**, ficheiros **.LET** e ficheiros de desenho associados às legendas (de extensões DUB, DBD, DBC e DTX).

Na **Pasta de trabalho** armazenam-se os seguintes ficheiros:

- Pasta utilizada por defeito para a criação de ficheiros comprimidos no formato zip.
- Pasta utilizada por defeito pela função **Ficheiro>Abrir...**.
- Pasta utilizada por defeito para armazenar ou recuperar legendas.
- Pasta utilizada por defeito para a importação de ficheiros ASCII.
- Pasta utilizada por defeito para a exportação e importação de ficheiros AVI com vídeos da acção sísmica.
- Pasta para a criação do ficheiro **FILEERRO** de armazenamento temporário da listagem de erros de cálculo.

Na **Pasta do programa** armazenam-se os seguintes ficheiros:

- Opções por defeito do programa, no ficheiro **OPCXXX.DEF**, onde **XXX** é o número da versão do programa Tricalc.
- Ficheiro com as configurações existentes de folhas e legendas, **CAJETIN.CFG**
- Ficheiro **ADINIT.DAT** para a exportação de desenhos em formato **DWG**.
- Gráficos com os mapas de vento e sismo de determinadas normas.
- Ficheiros **MUNICIES.ASB** e **PROVINES.ASB** utilizados pela norma NCSE-94 de Espanha**, e COEF_SIS.DEF** para a PDS1-74.
- Ficheiro com os espectros explícitos definidos **ESPECTRO.DEF**.
- Ficheiros de extensão **DOC** com as memórias técnicas para cada norma ou regulamentação.
- Ficheiro de moedas com as suas equivalências, **MONEDASTRC.INI**
- Ficheiro com as relações entre as medições e as unidades de obra, **CODIGOS.PRE**
- Texturas por defeito dos diferentes materiais suportados em formato BMP: **HORMIGON.BMP, LADRILLO.BMP...**
- Ficheiro com a configuração das janelas gráficas do programa Tricalc, **VENTANAS.CON.**
- Ficheiro com o idioma e norma ou regulamentação por defeito, **LANGUAGE**.

# Capítulo 3

# Ajudas

**INTRODUÇÃO**

- Neste capítulo explica-se o modo de visualizar as estruturas, assim como a escala relativa à qual se representam os gráficos que gera o programa. Explica-se o conceito e a utilidade da Malha. Finalmente explica-se como trabalhar com os desenhos de arquitectura para a definição da estrutura.

**OBJECTIVOS**

- Ao finalizar este capítulo, o utilizador será capaz de procurar a visualização da estrutura, completa ou por partes, mais conveniente para o tipo de trabalho a realizar. Conseguirá utilizar a Malha sobre um plano de trabalho e saberá modificar a escala dos documentos gráficos que proporciona o programa. Conseguirá associar plantas de arquitectura a planos horizontais ou inclinados da estrutura modelada no Tricalc e desenhos de alçados ou cortes a planos verticais.

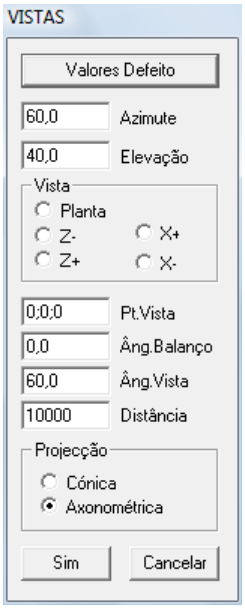
## Função *Ajudas>Vistas*

Tricalc permite visualizar a estrutura a partir de qualquer ponto de vista e a qualquer escala. O utilizador pode ver uma estrutura por completo (todos os nós e barras que a compõem), ou seleccionar a visualização da parte que lhe interesse, para desenvolver com maior comodidade um determinado trabalho. Para visualizar uma parte da estrutura, é possível aproximar-se do ponto de interesse (funções de **zoom**), ou activar o desenho somente das barras e dos nós contidos num plano (**Múltiplos planos** ou pórticos ou várias janelas, cada uma com a sua visualização).

Tricalc permite um sistema de trabalho com múltiplas janelas, podendo combinar diferentes visualizações da estrutura, não só em relação ao ponto de vista, como também à parte da estrutura que se deseja em cada uma das janelas.

A função **Ajudas>Vistas** mostra uma caixa de diálogo onde se encontram, e se podem modificar, os valores relativos à visualização da estrutura em cada uma das janelas de trabalho. Quando se selecciona esta função, ou outra que afecte o modo de visualização, e existem várias janelas, o cursor será

transformado num ícone com forma de interrogação, devendo-se escolher a janela em que se deseja modificar a vista.




Definições prévias:

| | |
|---|---|
| **Posição da câmara** | É o ponto onde se encontra a câmara ou o observador. |
| **Ponto de vista** | É o ponto para onde olha o observador. |
| **Vector de vista** | É o vector definido pelos dois pontos anteriores. |

Os parâmetros que definem a visualização da estrutura são os seguintes (Veja Figura 1):

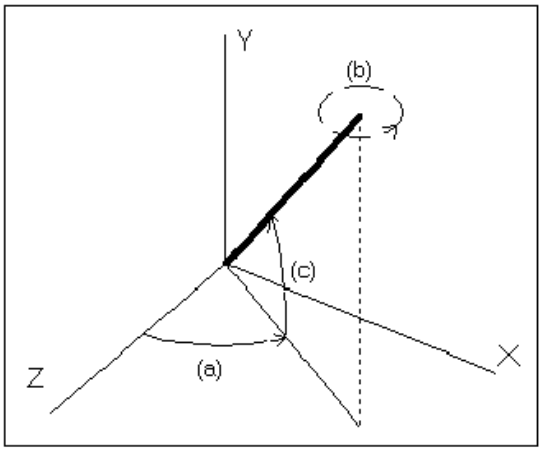



Figura 1: (a) Azimute, (b) Ângulo de balanço, (c) Elevação.

| **Opção** | **Descrição** |
|---|---|
| **Azimute (a)** | É o ângulo que forma a projecção do vector de vista sobre o plano horizontal XZ com o eixo geral OZ. |

**Elevação (c)** É o ângulo que forma o vector de vista com a sua projecção sobre o plano horizontal XZ.

**Ponto de vista** Define-se pelas suas coordenadas gerais.

**Ângulo de balanço** é o ângulo que mede a rotação da câmara ao redor do vector de vista. Com um ângulo de balanço igual a zero, as barras verticais serão representadas paralelas à vertical do ecrã. Em caso contrário, serão representadas inclinadas segundo o ângulo indicado.

**Ângulo de vista** Define o ângulo de abertura da câmara. Só é significativo em projecções cónicas.

**Distância** É o comprimento, em centímetros, do segmento definido entre a posição da câmara e o ponto de vista. Este segmento mede-se sobre o vector de vista.

**Vista** Com esta função podem-se activar os valores de vistas mais comuns ($\alpha$=a e $\beta$=c):

| **Planta** | $\alpha$=0 | $\beta$=90 |
|---|---|---|
| **z** $^{+}$ | $\alpha$=0 | $\beta$=0 |
| **z** $^{-}$ | $\alpha$=180 | $\beta$=0 |
| **x** $^{+}$ | $\alpha$=90 | $\beta$=0 |
| **x** $^{-}$ | $\alpha$=-90 | $\beta$=0 |

**Projecções cónica e axonométrica**

O trabalho geralmente será desenvolvido em projecção axonométrica, dado que as distâncias representam-se em verdadeira grandeza. No entanto, em determinados casos pode ser interessante a utilização da perspectiva cónica para distinguir melhor a profundidade.

## Função *Ajudas>Escalas...*

Esta função apresenta no ecrã uma caixa de opções onde se definem as escalas relativas com as quais se representam os diferentes gráficos do programa, como por exemplo: acções, deslocamentos, esforço normal, esforço transverso, momentos, etc.

É possível modificar a altura dos textos dos gráficos, em centímetros reais. Portanto, o tamanho dos caracteres estará em função da escala gráfica utilizada.

**Aspecto de Textos** define a relação entre a largura e o comprimento dos caracteres. Um valor usual será 0.35.

Nesta caixa de diálogo não se modifica o tamanho nem o aspecto dos textos dos desenhos de armadura, nem das plantas. Se desejar modificar estes, será necessário aceder às respectivas caixas de opções em **Resultados>Desenhos>Opções.**

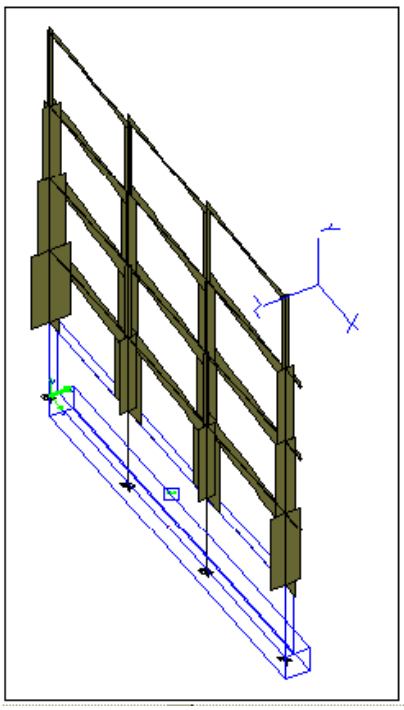
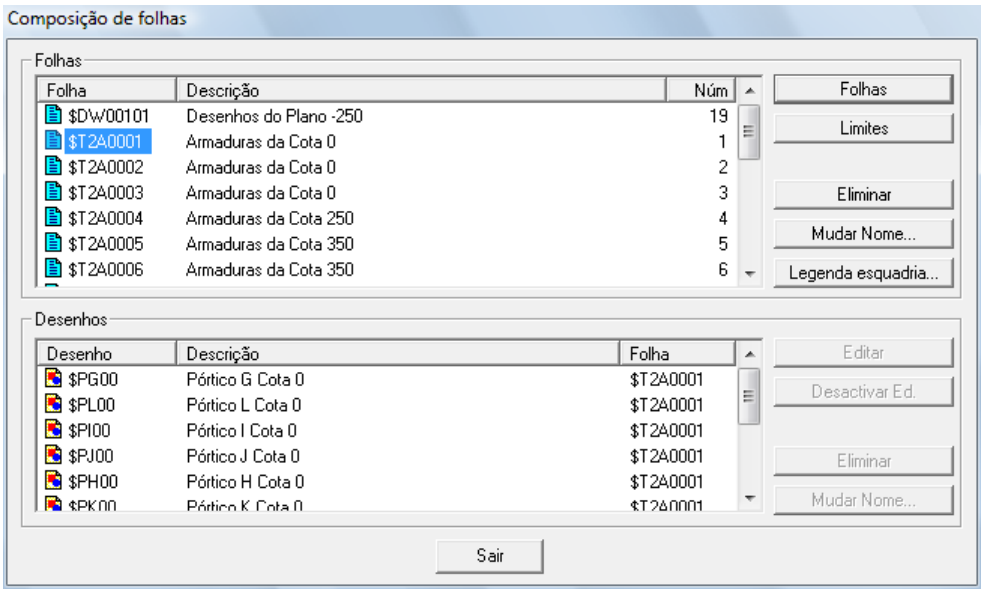


Gráfico de esforços transversos Vy e Vz

Escala de esforços transversos em 0.005 cm/kN.

## Função *Ajudas>Desenho-Raster>Desenhos...*

A função **Ajudas>Desenho Raster>Desenhos...** permite a associação de distintos ficheiros de desenho a cada um dos planos de trabalho da estrutura, quer sejam horizontais, verticais ou inclinados. Cada vez que se active um plano apresentar-se-á o desenho associado a esse plano. Quando se selecciona a função aparece uma caixa de diálogo onde se permite associar a cada plano um ficheiro em formato DWG, DXF ou raster.

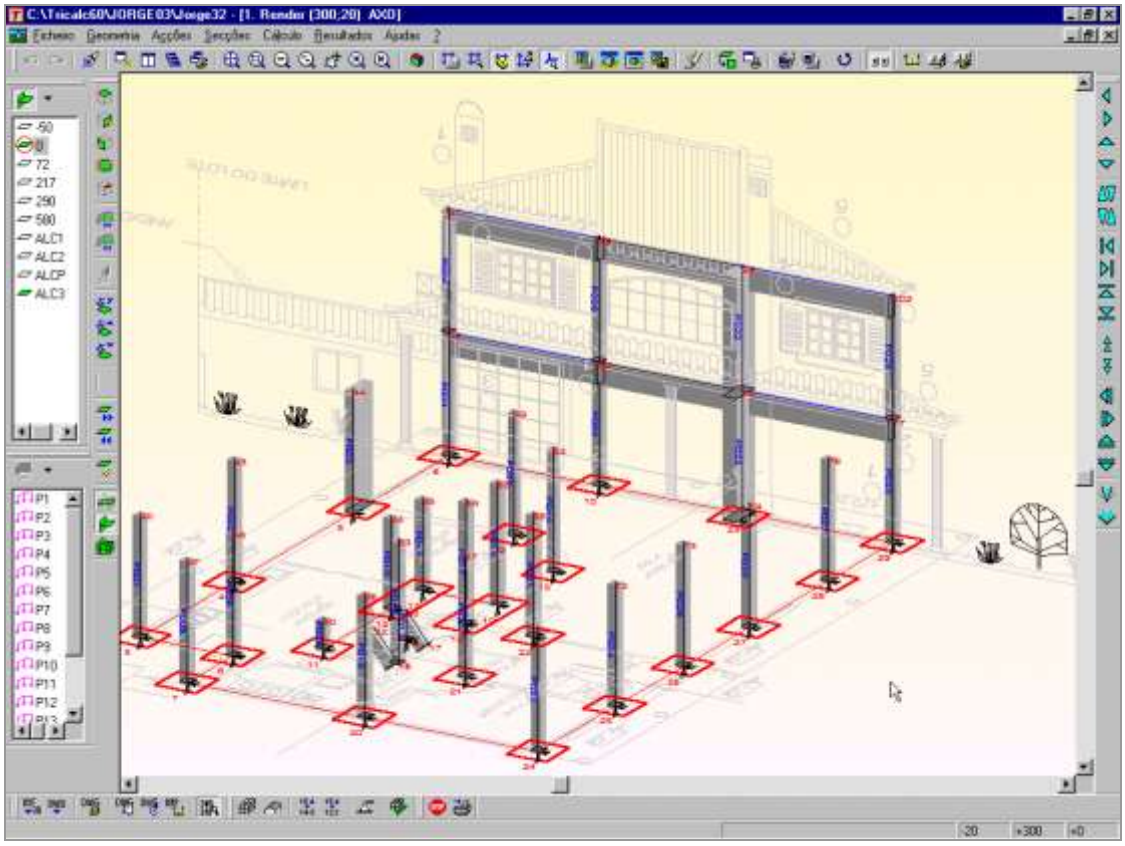



Nesta caixa define-se também o **Desenho pré-determinado** que é aquele que se representa em todos os planos que não tenham associado um desenho de forma particular. Existe na caixa uma barra de ícones para realizar diferentes funções:

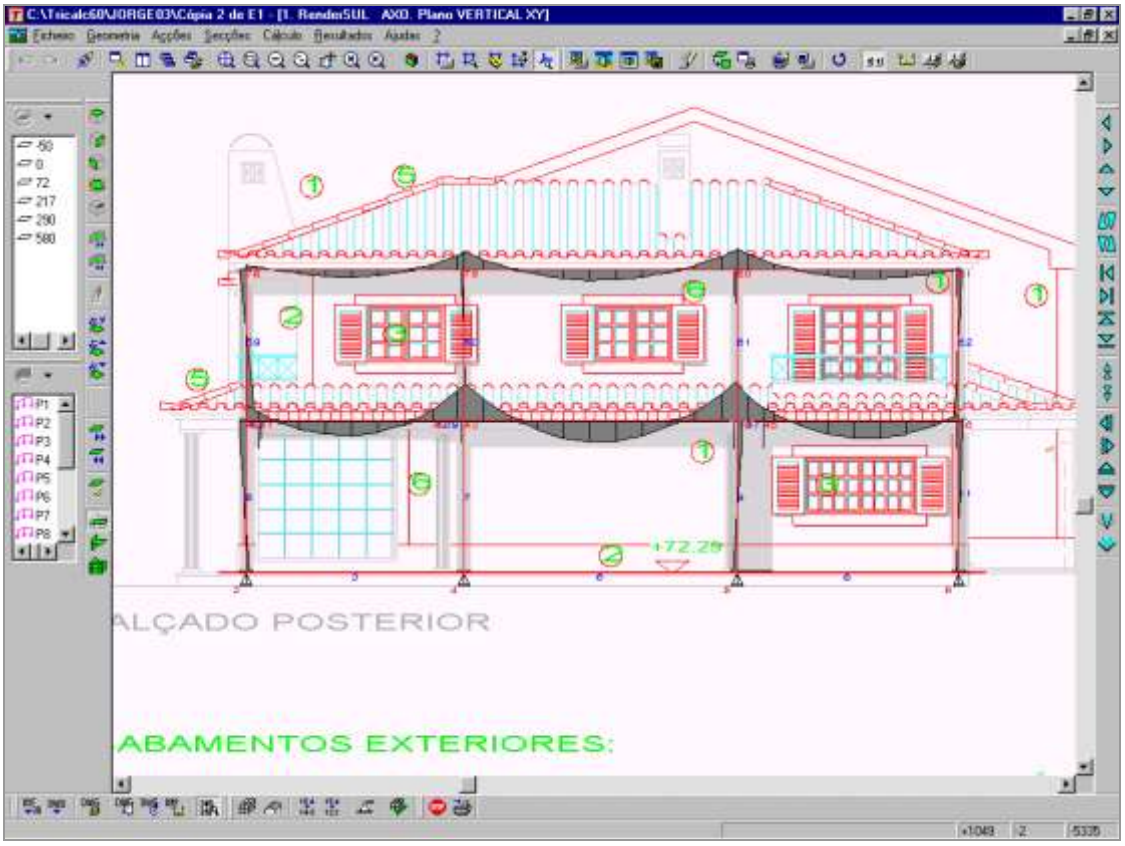
- Associar DWG ou DXF
- Remover a associação DWG ou DXF
- Representar Sim/Não o desenho associado
- Novo plano, permite criar um novo plano pré-definido
- **Copiar desde...**, permite importar as associações entre planos e desenhos desde outra estrutura.

## Visualização de desenhos associados

Tricalc dispõe da capacidade de visualizar os ficheiros de desenho 2D projectados no plano ao qual estão associados. Para tal, o programa realiza a alteração de coordenadas do desenho para as coordenadas locais do plano de trabalho ao qual está associado. Esta possibilidade permite que o utilizador importe as plantas de arquitectura através de um ficheiro DWG e defina a estrutura sobre esse desenho, e caso mude a vista de planta para perspectiva o desenho da arquitectura acompanhará a representação da estrutura. O mesmo se passa com os desenhos associados a planos inclinados ou pórticos quando se altera a perspectiva sobre a qual os visualizamos no ecrã. Na figura seguinte podemos observar a utilidade da associação de desenhos de arquitectura a planos do Tricalc e a vantagem de poder observar esta associação a partir de qualquer perspectiva.



É igualmente possível visualizar qualquer gráfico conjuntamente com os desenhos associados, como se pode observar na figura abaixo.




## Operações sobre desenhos de arquitectura

A função **Ajudas>Desenho Raster>Layers...** permite activar ou desactivar os vários layers de cada desenho de arquitectura. Pode-se inclusive alterar a cor de cada um dos layers do desenho (temos de ter um layer seleccionado para visualizar as cores no ecrã).

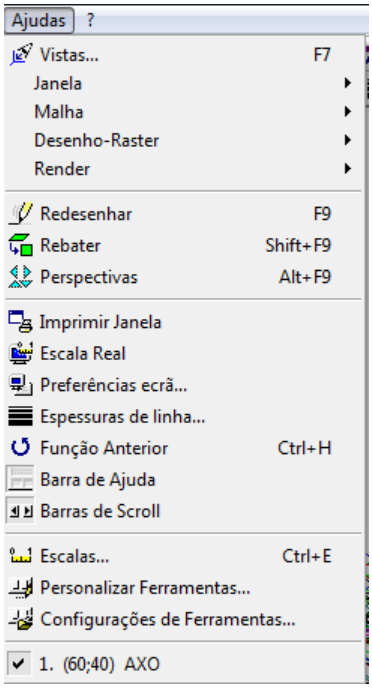
A função **Ajudas>Desenho Raster>Mover Desenho...** permite deslocar o desenho de arquitectura importado de modo a colocá-lo alinhado com a estrutura que já se tenha definido. Para esse efeito deverá clicar com o botão esquerdo do rato consecutivamente sobre um ponto do desenho de arquitectura e sobre um nó da estrutura que está definida.

A função **Mover desenho** que serve para fixar a posição de um desenho em um plano, no caso de se realizar sobre um plano que tenha associado um desenho, mover-se-á o desenho só quando se represente sobre este plano. Ou seja, utilizam-se distintos vectores de translação para o mesmo desenho em cada plano a que esteja associado. Caso se realize esta operação sobre um plano que não tenha um desenho associado, e em que se representa então o desenho pré-determinado, mover-se-á o desenho em todos os planos nos quais se represente, já que o vector de translação para todos os planos que tenham associado o desenho pré-determinado é o mesmo.

A função **Ajudas>Desenho Raster>Girar Desenho...** permite girar o desenho de arquitectura importado, sobre um eixo vertical definido pelo utilizador.

A função **Ajudas>Desenho Raster>Dimensões Raster...** serve para se definirem as dimensões de desenhos não vectoriais que se importem. A partir de dois pontos e da distância entre ambos dados pelo utilizador, escala-se o desenho.

## Outras funções do menu *Ajudas*

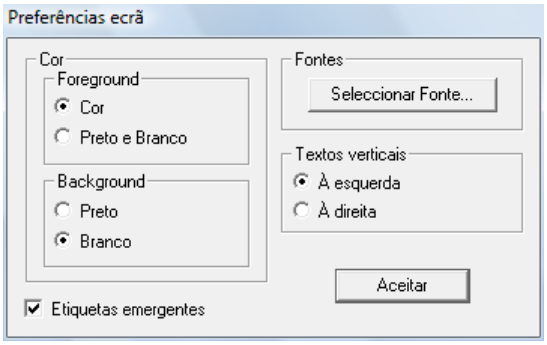



| Opção | Descrição |
|---|---|
| **Redesenhar** | Esta função actualiza o conteúdo do ecrã com as opções de desenho que se encontrem activadas nesse momento. |
| **Rebater** | Esta função só está activa quando se encontra activado um plano de trabalho. Ao executá-la, consegue-se um rebatimento do plano sobre o ecrã, colocando o **vector de vista** paralelo à normal do plano de trabalho. |
| **Perspectivas** | Esta função permite modificar de forma interactiva os valores da função **Ajudas>Vistas...**. A função **Perspectivas** é composta por ícones, agrupados em pares, de forma que, se um realiza uma função, o outro realiza a operação inversa. |
| **Imprimir Janela** | Esta função imprime a imagem, tal como se encontrar no ecrã nesse momento. O modo habitual de imprimir planos ou gráficos de Tricalc é utilizando as funções existentes para esse efeito no menu **Resultados**, que se explicam no capítulo 7. |

**Escala Real** Esta função permite comprovar no ecrã o tamanho das saídas gráficas do programa, sem necessidade de imprimi-las. Ao executar esta função, os gráficos, desenhos de armaduras, plantas e folhas com composição, representam-se no ecrã à escala definida nas opções das caixas de diálogo respectivas, isto é:

- Gráficos: **Resultados>Gráficos>Opções**
- Desenhos de armaduras: **Resultados>Armaduras>Opções**
- Plantas: **Resultados>Desenhos>Opções**

Uma vez seleccionada a função, o programa solicita um ponto do desenho que passará a ocupar o centro do ecrã, redesenhando o gráfico à escala resultante.




**Preferências ecrã** Esta função permite modificar a cor de fundo das janelas de trabalho do programa (branco ou preto), a aparência dos elementos das estruturas (branco e preto ou cor), assim como o tipo de letra a utilizar nos textos.

**Função Anterior** Executa-se de novo a última função seleccionada.

**Janela Ajuda** Esta função activa ou desactiva a janela de ajuda na parte inferior do ecrã do programa.

**Barras de Scroll** Esta função activa ou desactiva as barras de scroll vertical e horizontal que aparecem em cada uma das janelas gráficas do programa.

As barras de scroll utilizam-se para produzir deslocamentos da imagem de uma janela, nas quatro direcções do ecrã: direita, esquerda, cima e baixo.

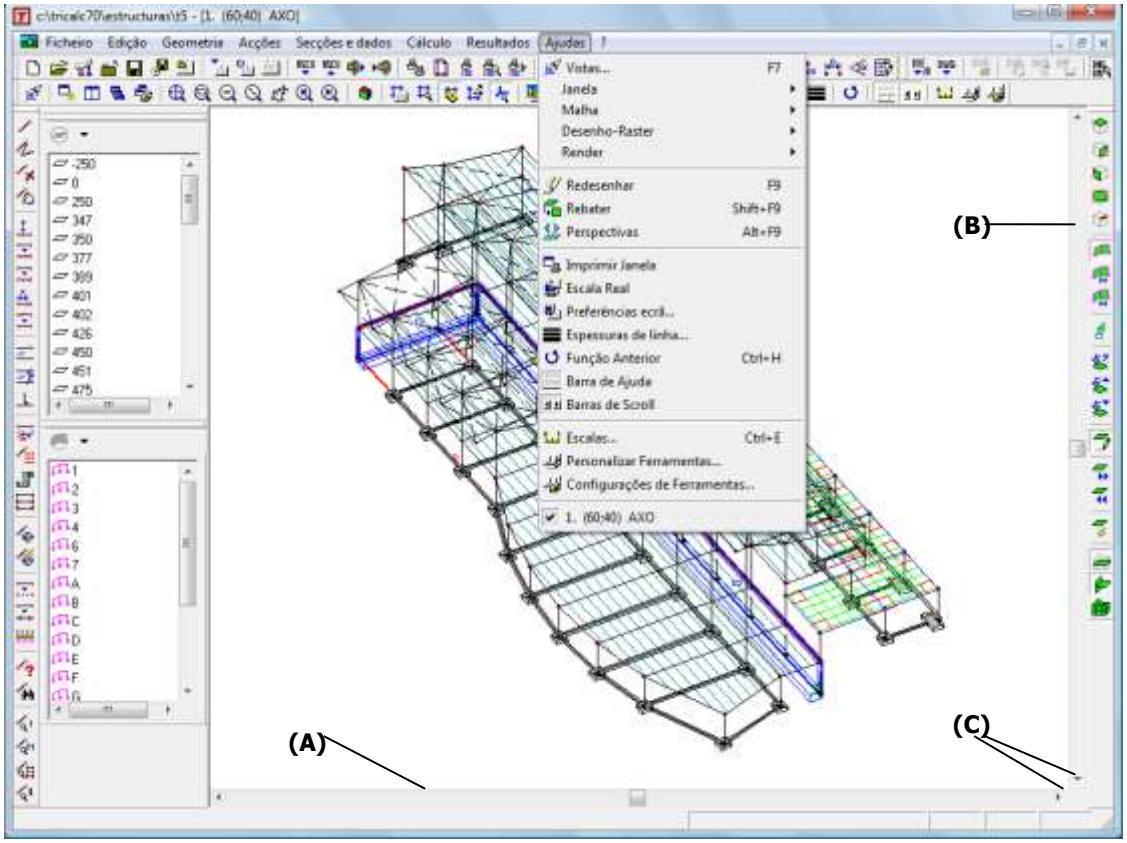



Figura 2: (A)Barras de scroll, (B)grandes deslocamentos, (C)pequenos deslocamentos.

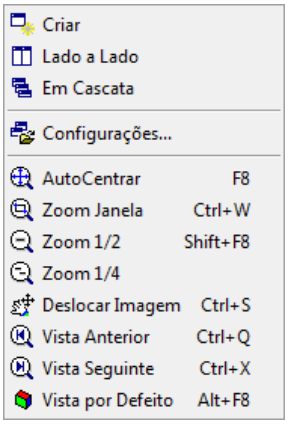
**Personalizar ferramentas**

Esta função permite personalizar as barras de ícones da área de trabalho, onde se podem incluir ícones com as funções mais frequentemente utilizadas. Podem-se activar as barras de ícones pré-definidas ou personalizadas.

**Configurações de ferramentas**

Qualquer configuração de janelas pode ser armazenada, podendo ser recuperada noutra sessão de trabalho de forma automática. O programa guarda o número, o tamanho e a posição das janelas de trabalho, assim como as vistas contidas em cada uma delas.

## O submenu *Ajudas>Janela*




Dentro deste submenu encontram-se dois grupos de funções:

- Funções para gerir o número e disposição das janelas de trabalho
- Funções de zoom e deslocamento do conteúdo das janelas.

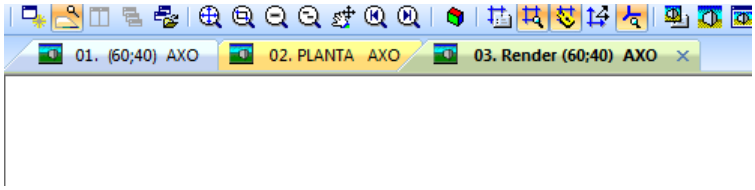
## Gestão de janelas:

| Opção | Descrição |
|---|---|
| **Criar** | Esta função permite a criação de janelas de trabalho. Sequencialmente, depois de seleccionar a função, pressiona-se com o botão direito do rato num ponto, o qual será o canto da janela, e arrasta-se sem soltar, até que a janela adopte o tamanho desejado. Tricalc permite criar até dez janelas simultâneas. A listagem das janelas criadas aparece no final do menu **Ajudas**, onde se pode activar cada uma delas. Também é possível activar uma janela pressionando directamente sobre ela com o botão esquerdo do rato. |
| **Lado a Lado** | Se foram criadas várias janelas de trabalho, esta função redefine a posição e o tamanho das que não estiverem sob a forma de ícone, para que sejam de igual tamanho e ocupem toda a área de trabalho da aplicação. |
| **Em Cascata** | Função similar à anterior, excepto que distribui as janelas de forma que se sobreponham umas sobre as outras, deixando ver a barra de título de cada uma delas. |
| **Configurações...>Seleccionar** | Qualquer configuração de janelas pode ser guardada, e ser recuperada noutra sessão de trabalho de forma automática. O programa armazena o número, o tamanho e a disposição das janelas de trabalho, assim como as opções de visualização de cada uma delas. A função **Ajudas>Janela>Abrir...** recupera uma configuração de janelas guardada anteriormente. |
| **Configurações...>Guardar** | |

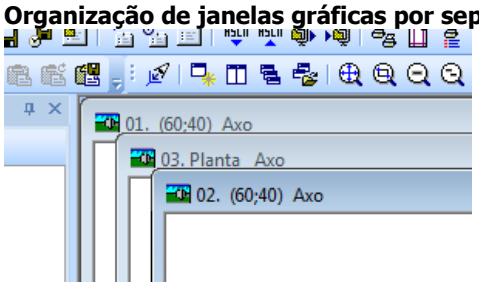
Esta função guarda, com o nome definido pelo utilizador, a configuração de janelas existentes nesse momento no programa.

Também se podem agrupar as diferentes janelas de trabalho em fichas ou separadores, além de janelas independentes como se permitia até agora. Para activar um ou outro tipo, utilize a função **Ajudas > Janela > Organizar por fichas**.

**Organização de janelas gráficas por fichas**



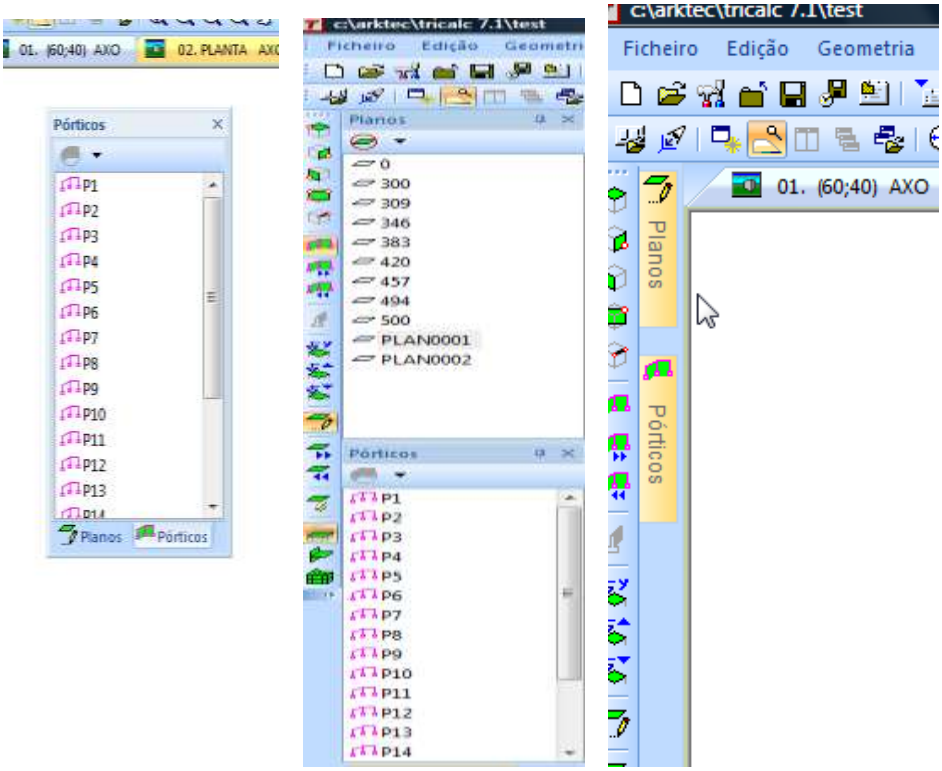

**Organização de janelas gráficas por separadores**




# Outras janelas

As janelas auxiliares como a de pórticos, planos ou listagens têm um sistema de gestão mais standard, consistente com outras aplicações da Microsoft como Office 2003 e Office 2007. Desta forma, com a ajuda do rato podem adoptar-se diferentes posições e aspectos:

- Podem ser janelas 'flutuantes', 'ancoradas' e 'ocultáveis', como mostram as imagens seguintes.



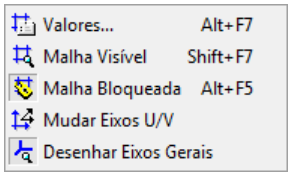

- Podem agrupar-se por separadores (como as janelas de Pórticos e Planos da imagem anterior do lado esquerdo) ou ser independentes (como a imagem central anterior).
- Pode modificar-se o seu tamanho, mesmo que estejam ancoradas.

## Zooms e deslocamentos da imagem.

| Opção | Descrição |
|---|---|
| **AutoCentrar** | Esta função calcula a escala de modo a que se possam visualizar todos os nós e todas as barras de uma estrutura no ecrã ou em folha. |
| **Zoom Janela** | Esta função realiza uma aproximação a uma determinada zona de uma janela. Define-se pressionando e arrastando com o botão direito do rato, até definir a parte da imagem que deverá ocupar toda a extensão da janela de trabalho. |
| **Zoom 1/2** | Estas funções realizam uma redução da escala, em 50% |
| **Zoom 1/4** | ou 75%, da imagem. |
| **Desloca Imagem** | Esta função desloca a imagem dentro de uma janela, mediante a definição de um vector de deslocamento. É preciso pressionar com o botão do rato no ponto de origem e deslocar, sem soltar, até ao ponto final. |
| **Vista Anterior** | Esta função recupera a vista anterior existente numa janela. |

| | |
|---|---|
| **Vista Seguinte** | Esta função regressa à vista seguinte de uma janela. Só é possível utilizar quando antes se utilizou a função **...>Vista Anterior.** |
| **Vista por Defeito** | Esta função muda os valores da visualização de uma estrutura para os definidos na caixa de diálogo de **Ajudas>Vistas**. |

## O submenu *Ajudas>Malha*




Quando se activa um plano de trabalho, sobre ele sobrepõe-se automaticamente uma **Malha**, com o objectivo de servir de referência na altura de colocar pontos em um plano. A **Malha** é um conjunto de linhas em duas direcções (U e V), que produzem a atracção do cursor aos seus pontos de intersecção. Existem dois grupos de linhas numa Malha:

| | |
|---|---|
| **Divisões:** | Estas linhas ou os seus pontos de intersecção são os que se representam no ecrã. Pode-se definir qualquer valor de separação das linhas que formam as divisões da **Malha**, com uma resolução máxima de um centímetro. |
| **Subdivisões:** | Estas linhas não se representam no ecrã. Os seus pontos de intercepção definem as coordenadas entre as quais vai saltar o cursor. Tal como nas divisões, pode-se fixar a separação das linhas de subdivisão da **Malha** em qualquer valor, com uma resolução de um centímetro. |

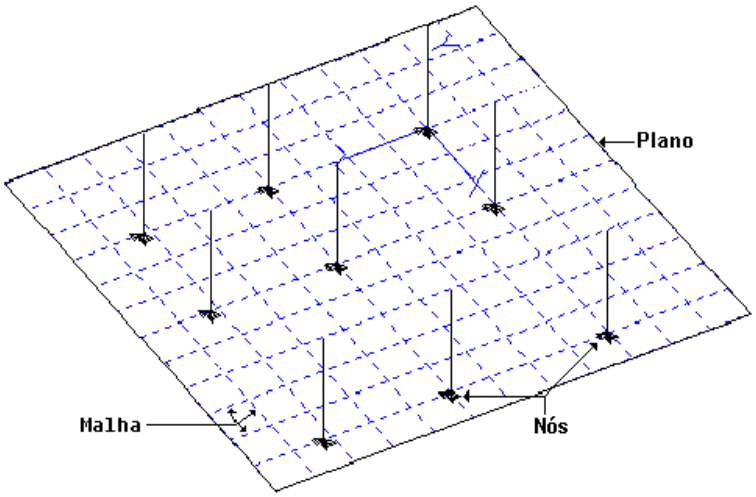
A Malha pode ser ortogonal, triangular, segundo um ângulo dado, etc.

| **Opção** | **Descrição** |
|---|---|
| **Valores...** | Esta função dá acesso a uma caixa de diálogo, onde se podem modificar os parâmetros que definem uma **Malha** e a sua representação. |

**Malha por passo:** Define-se a resolução da **Malha** indicando as distâncias, em cm, entre as linhas de divisão e entre as linhas de subdivisão.

**Malha por divisão:** A Malha define-se pelos pontos interiores dos eixos U e V, dada uma separação constante. Um exemplo de utilização deste tipo de **Malha** pode ser

o cálculo dos pontos de apoio das madres numa travessa, ou as triangulações em estruturas metálicas.




Malha de eixos U e V coincidentes com os X, Z Gerais.

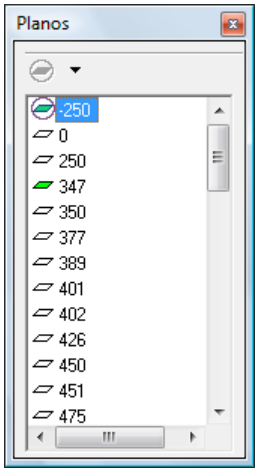
Da mesma forma, pode-se definir um **ângulo** entre os eixos U e V da Malha.

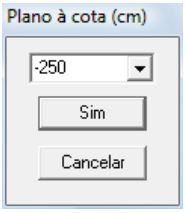
| | |
|---|---|
| **Bloqueada:** | Esta função permite activar ou desactivar a atracção do cursor à malha definida (o passo do cursor do rato). |
| **Mudar Eixos U/V:** | Com esta função é possível mudar a direcção dos eixos U e V da malha. Para tal, devem-se definir três pontos com o rato. O primeiro indica a origem da malha e os outros dois marcam, respectivamente, as direcções U e V da mesma. |
| **Desenhar Eixos Gerais:** | Esta função activa ou desactiva o desenho no ecrã dos eixos gerais XYZ do programa. |

## Como visualizar um piso em perspectiva e com os pilares

Para conseguirmos visualizar um determinado piso da nossa estrutura devemos efectuar os seguintes passos.

- Seleccionar a função **Geometria>Plano>À cota** e indicarmos a cota que pretendemos visualizar (ou utilizar a janela de selecção de planos clicando sobre o número 250).



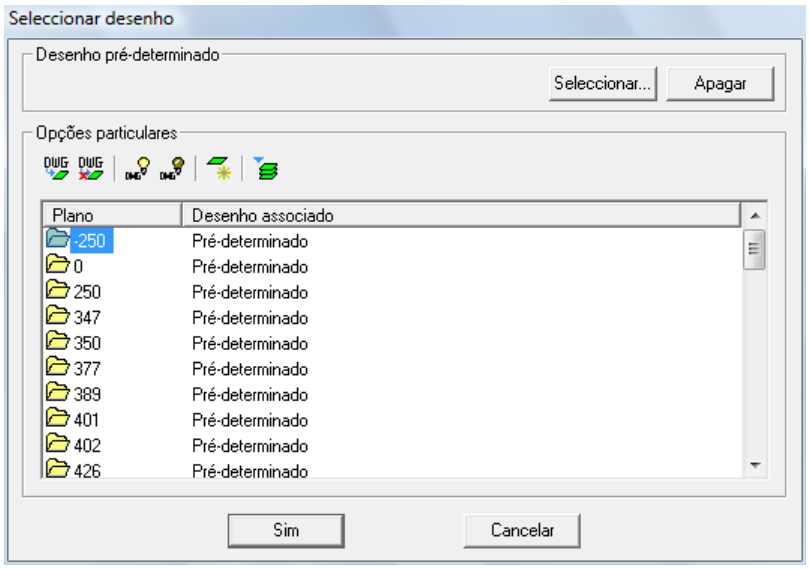




- Seleccionar a função **Ajudas>Vistas,** clicar no botão Valores Defeito, clicar no botão Sim e obterá uma perspectiva (60,40) do piso da cota 250.
- Para activar a representação dos pilares deverá activar a função **Geometria>Barra> Desenhar>Desenhar pilares**

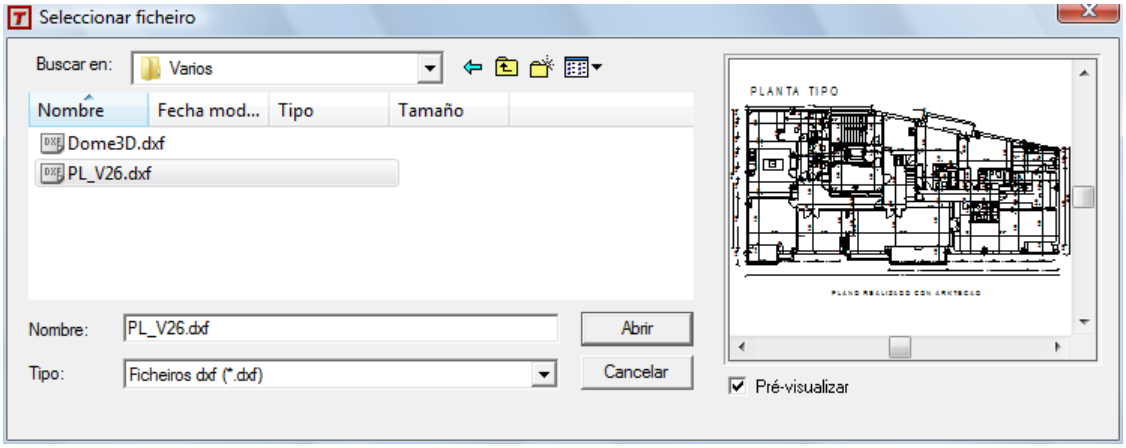
## Como associar desenhos de arquitectura a planos da estrutura

Para conseguirmos associar desenhos de arquitectura (DWG, DWF, WMF, JPG, BMP, GIF, etc.) a planos da estrutura que queremos modelar devemos efectuar os seguintes passos.

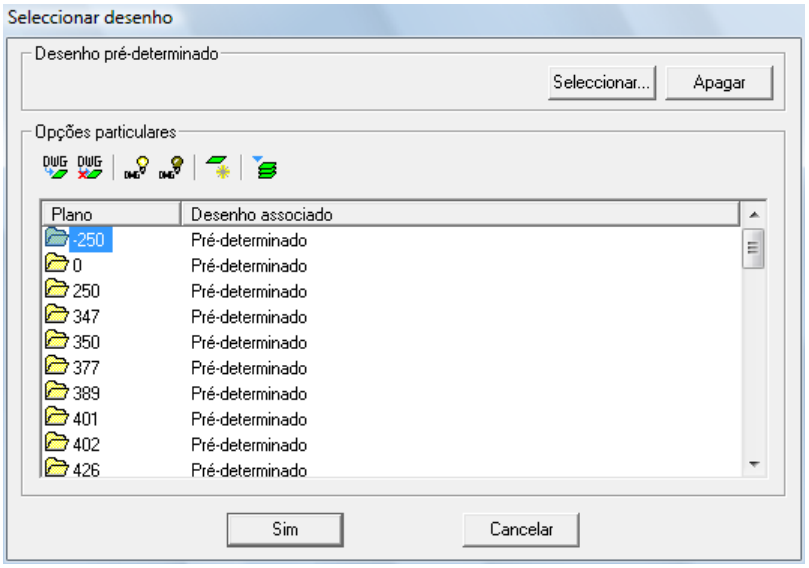
- Seleccionar a função **Ajudas>Desenho-Raster>Desenho.** Aparecerá a seguinte caixa de diálogo:




- Clicar no botão **Seleccionar...** aparecendo uma nova caixa para seleccionarmos o desenho a associar




- Escolher o desenho pretendido e clicar no botão . Passamos assim a ter um desenho que se denomina de "Pré-determinado" e que fica automaticamente associado aos planos que não se tenha atribuído nenhuma outra associação particular.
- Caso se pretenda associar outros desenhos de arquitectura a outros planos pode-se recorrer às funções existentes na caixa de diálogo.




- Por exemplo para associar ao plano 250 o ficheiro PISO1.DWG devemos clicar sobre o número 580 (identificação do plano) e seguidamente clicar no primeiro ícone para acedermos à caixa de escolha de desenhos. Aí poderemos associar qualquer desenho ao plano.
- Os restantes ícones permitem, respectivamente, retirar uma associação, activar a representação do desenho, desactivar a representação do desenho, criar um novo plano no Tricalc e copiar características.

# Capítulo 4

# Geometria

**INTRODUÇÃO**

- Neste capítulo explicam-se as funções que permitem definir a geometria de qualquer estrutura.

**OBJECTIVOS**

- O utilizador poderá definir a geometria de uma estrutura, sendo esta uma etapa prévia à introdução das acções, dimensionamento e cálculo.

## Métodos de definição da geometria de uma estrutura

A definição da geometria pode realizar-se de diferentes maneiras. Em seguida expõem-se os métodos mais habituais:

- É possível gerar uma rede tridimensional básica da estrutura com a função **Geometria>Rede...,** e realizar posteriormente as modificações necessárias.
- Em estruturas de naves industriais, pode-se criar um modelo de nave tridimensional standard com a função **Geometria>Nave...**, e em seguida realizar as modificações oportunas para adaptar a estrutura ao caso concreto.
- Se o edifício está baseado numa planta tipo, que se repete várias vezes em altura, é possível definir a geometria dessa planta e copia-la tantas vezes como alturas tenha a estrutura, funções no menu **Ajudas>Desenho-Raster**.
- É possível utilizar os desenhos criados previamente com algum programa de CAD, como base para a definição da estrutura, funções no menu **Ajudas>Desenho-Raster**.
- Se dispuser do modelo de arquitectura criado num programa de CAD 3D, um modelo BIM, pode importar todo o modelo em formato Ifc2x3, para criar em Tricalc um modelo de estrutura. Para isso deve utilizar as funções **Ficheiro>Importar>Modelo BIM**, e logo as funções em **Geometria>Modelo BIM**.

# Método de definição de geometria I (rede ortogonal)

Com a função **Geometria>Rede...,** pode definir uma reticula espacial ortogonal de nós e barras paralela aos eixos gerais XYZ do programa. Em Tricalc, os eixos X e Z definem o plano horizontal e o eixo Y corresponde ao eixo vertical.

Na caixa de diálogo **Rede Geométrica** introduzem-se, em centímetros e separadas pelo separador de campos do Windows, as distâncias entre os eixos dos pilares da estrutura nas direcções dos eixos gerais X e Z do programa. Podem-se também indicar as alturas que a malha tridimensional possui, através da inclusão do valor dos afastamentos entre nós segundo o eixo Y geral. Se em algum dos eixos não se introduz nenhum valor, define-se uma malha de barras em duas dimensões.

O máximo de divisões em cada eixo é 40. Se for necessário um número de nós maior, poder-se-á aumentar posteriormente de várias formas:

- Realizando cópias dos nós já existentes.
- Dividindo as barras definidas mediante a criação de nós intermédios.
- Introduzindo novos nós por coordenadas ou de forma gráfica, e criando em seguida as novas barras necessárias.

As opções **Nós Rígidos** e **Nós Articulados** definem o tipo de ligação entre as barras que geram a rede geométrica. Esta malha terá inicialmente todas as suas barras definidas como ligações rígidas ou como articulações. No entanto, podem-se redefinir estes tipos de ligação particularmente para cada barra, com a função **Geometria>Barra>Tipo Ligação....**

Na **Cota 0** definem-se duas opções para os nós da malha:

| | |
|---|---|
| **Nós Encastrados** | Aos nós da cota inferior atribui-se uma condição de apoio encastrado (apoio exterior). |
| **Com Barras** | Criam-se barras entre nós contíguos na cota inferior. |

A função **Geometria>Rede...** utiliza-se habitualmente quando a estrutura tem, na sua maior parte, um desenho regular que se assemelhe a uma reticula espacial ortogonal.

No exemplo (Figura 2 e Figura 3) considera-se a fundação à cota 0cm seguindo-se dois pisos, sendo o primeiro à cota 350 cm e o outro à cota 650 (350+300) cm. Existem 4 vãos de 5 m cada um na direcção **EIXO X**, e 3 vãos de 5 m na direcção **EIXO Z**.

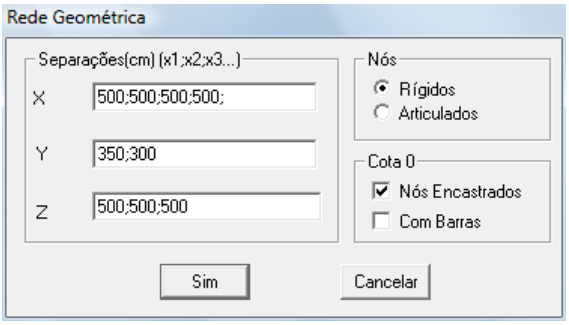



Figura 2: Caixa de diálogo da função Geometria>Rede...

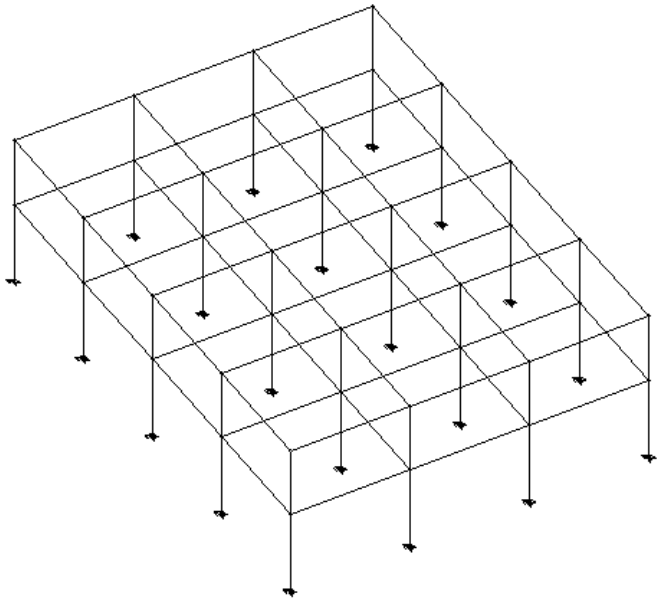
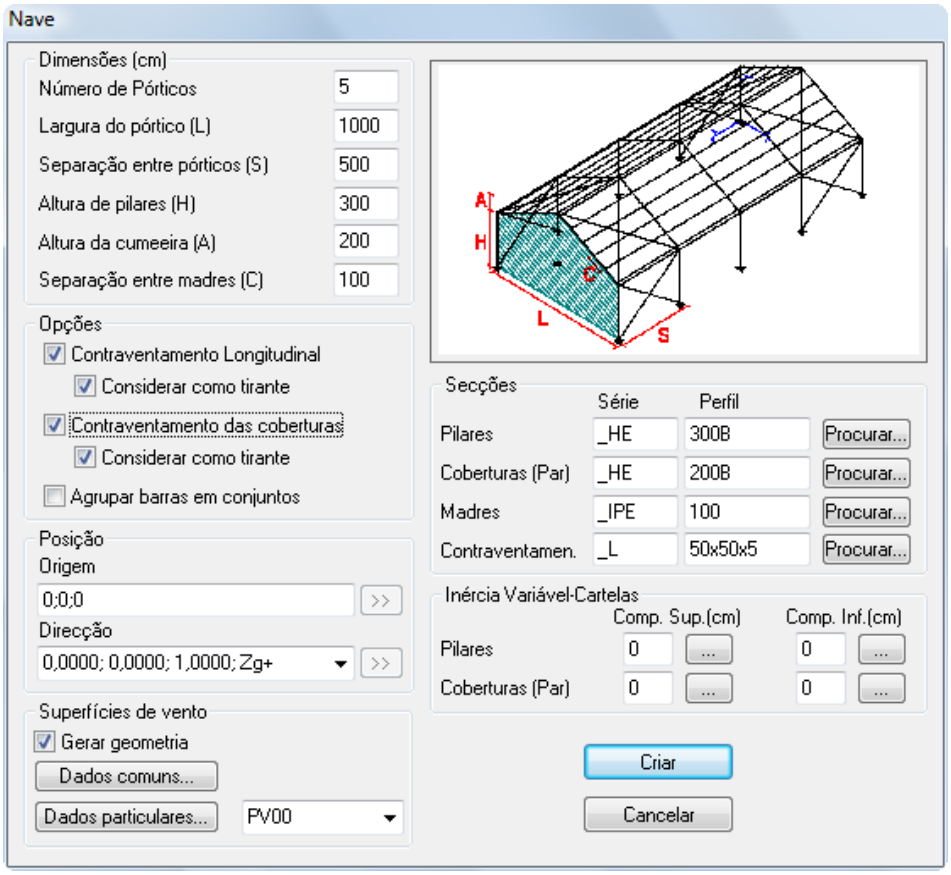


Figura 3: Estrutura definida com a função **Geometria>Rede...**

Uma vez definida esta rede inicial, devem-se introduzir as barras que ainda não estejam definidas, tais como barras inclinadas, etc.

Caso se pretendesse definir um pórtico bi-dimensional bastaria criar uma rede com os mesmos valores excepto no eixo Z que ficaria em branco.

# Método de definição de geometria II (nave industrial)




Para criar estruturas de naves industriais, Tricalc conta com uma função de geração automática de uma nave industrial, similar à que aparece na figura. Para tal, selecciona-se a função **Geometria>Nave...** e definem-se, na caixa de diálogo **NAVE,** as seguintes variáveis:

| | |
|---|---|
| **Número de Pórticos** | |
| **Largura de pórtico** | Distância entre os pilares de um pórtico (representada pela letra L). |
| **Separação entre pórticos** | Afastamento longitudinal entre pórticos (representada pela letra S) |
| **Altura dos montantes** | Altura dos pilares (representada pela letra H). |
| **Altura da cumeeira** | Diferença de cotas entre o nó da cumeeira e o nó superior de um montante, num pórtico (representada pela letra A). |
| **Separação entre madres** | Afastamento entre as madres, medido segundo a direcção da viga (representada pela letra C) |
| **Contraventamento longitudinal** | Se activar esta opção, criam-se barras de contraventamento entre os nós dos montantes dos pórticos iniciais e finais. |
| **Contraventamento da cobertura** | Opção similar à anterior, com a qual se criam barras de contraventamento entre os nós dos pórticos iniciais e finais. |

| | |
|---|---|
| **Origem** | Indica as coordenadas gerais do ponto origem da estrutura, separadas pelo separador de campos do Windows. |
| **Direcção** | O vector que define a direcção de desenvolvimento longitudinal da nave industrial. |
| **Superfícies de vento** | Introduzem-se de forma automática as acções do vento em todas as fachadas e coberturas da nave, activando as acções do vento em 4 direcções possíveis. A função reconhece a geometria da nave, onde cria automaticamente as zonas de actuação do vento (superfícies) e suas acções. As superfícies de vento são um conjunto de dados agrupados, que incluem os valores, áreas de influência e opções das acções do vento introduzidas na estrutura. As superfícies de vento podem gerir-se como se fossem os vínculos nas lajes, na mesma função do menu **Acções**, modificando as suas propriedades, para posteriormente recalcular as acções do vento que as superfícies geram. |
| **Secções** | Define-se um pré-dimensionamento para os montantes, travessas, madres e contraventamentos. Pressionando os botões **Procurar...** situados à direita destes campos, acede-se à base de dados de perfis do programa. |

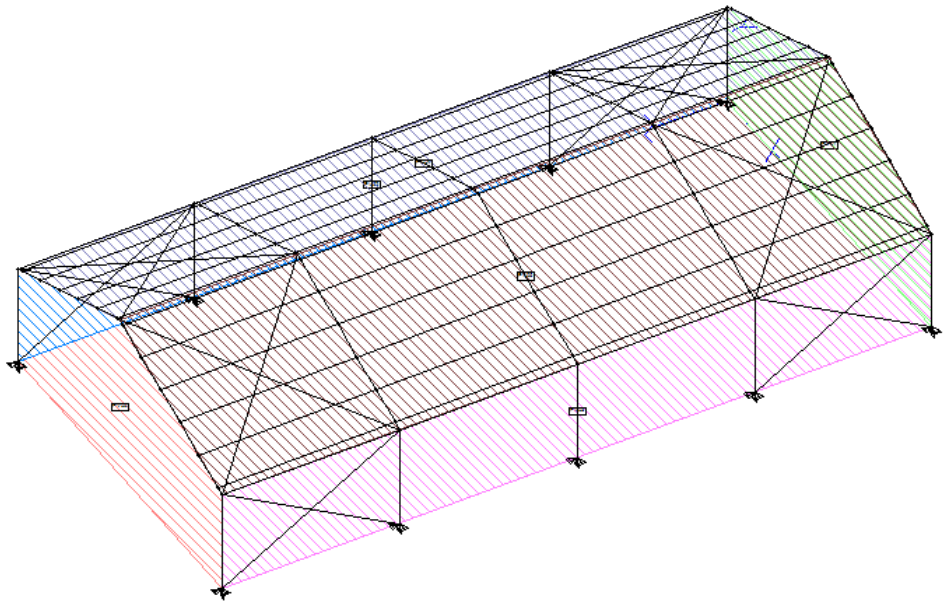


Figura 4: Geometria criada com os parâmetros por defeito da função Geometria>Nave..., e activando as duas opções de contraventamento. Criaram-se também as acções de vento e as suas superfícies de vento.

# Método de definição de geometria III (planta tipo)

Este método é utilizado normalmente quando a estrutura não se ajusta a uma malha ortogonal.

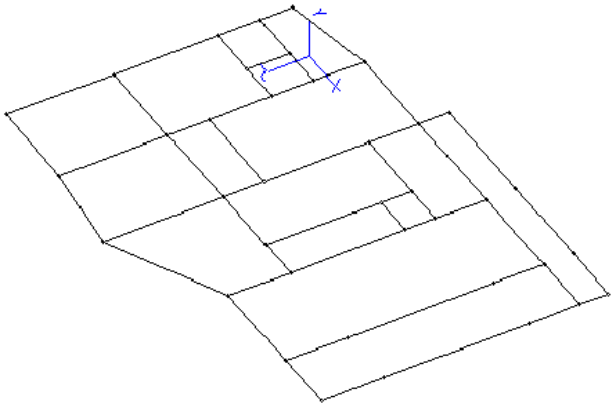


Figura 5: Planta tipo.

Um exemplo de definição da geometria segundo este método pode ser a estrutura de um edifício com uma planta tipo, que se repita várias vezes em altura. Para este caso, é interessante trabalhar a partir de uma geometria definida no plano horizontal XZ (Figura 5). Neste plano, definem-se os nós e barras necessários para a criação da planta tipo, na qual estejam definidos todos os seus elementos: vigas, lajes, etc., incluindo acções e pré-dimensionamento das barras. Podem-se introduzir os nós e barras principais e, seguidamente, com as funções de barras e nós, modificar a geometria do piso até estar de acordo com o que pretendemos.

Posteriormente, utilizando a função **Geometria>Nó>Translação...** pode-se criar o número de cópias da planta que sejam necessários (Figura 6). A função **...>Translação...** explica-se detalhadamente no ponto 8 do presente capítulo.

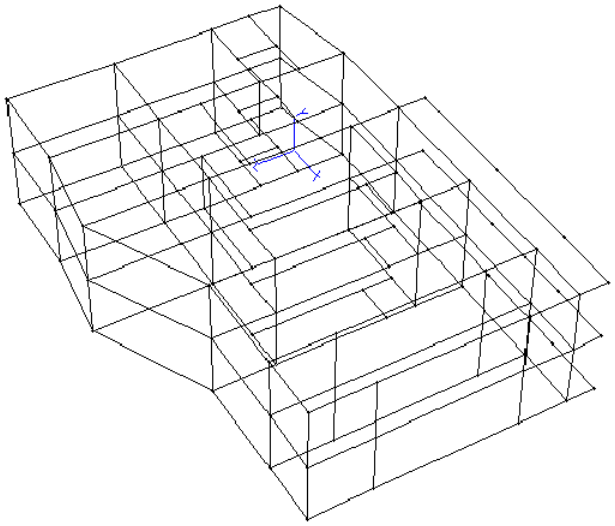


Figura 6: Resultado depois da translação.

## Método de definição de geometria IV (DWG ou DXF-2D)

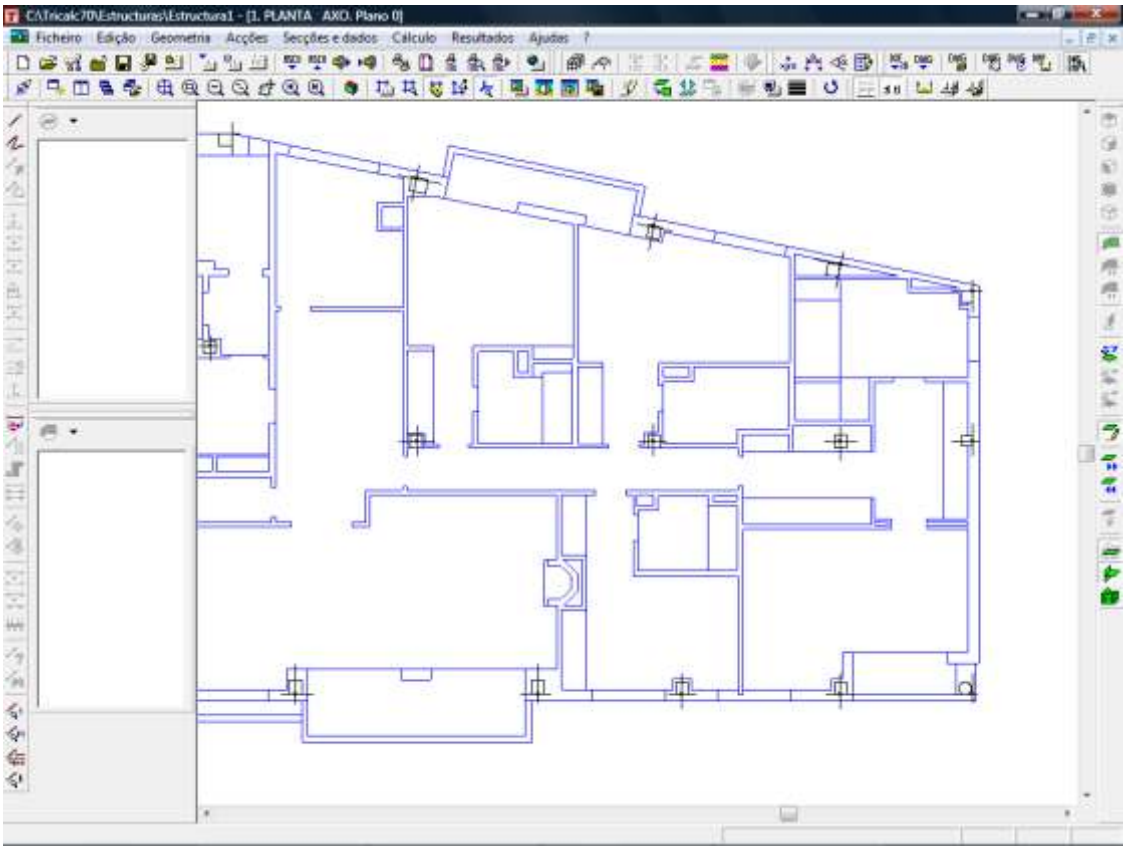

C:\Tricalc70\Estructuras\Estructura1 - [1. PLANTA AXO. Plano 0]
Ficheiro Edição Geometria Acções Secções e dados Cálculo Resultados Ajudas ?

Figura 7: Ficheiro DWG importado numa determinada cota.

Este método consiste na importação de ficheiros em formato DWG ou DXF-2D, gerados por programas de CAD.

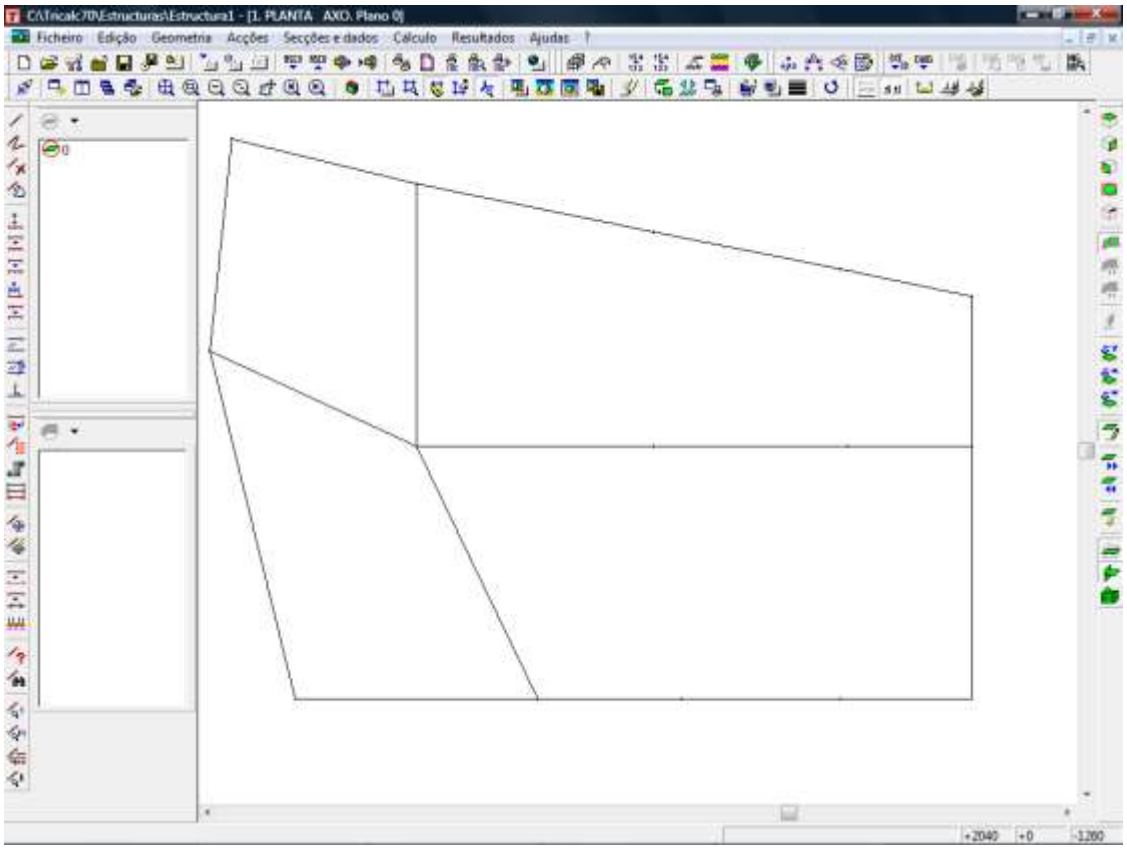


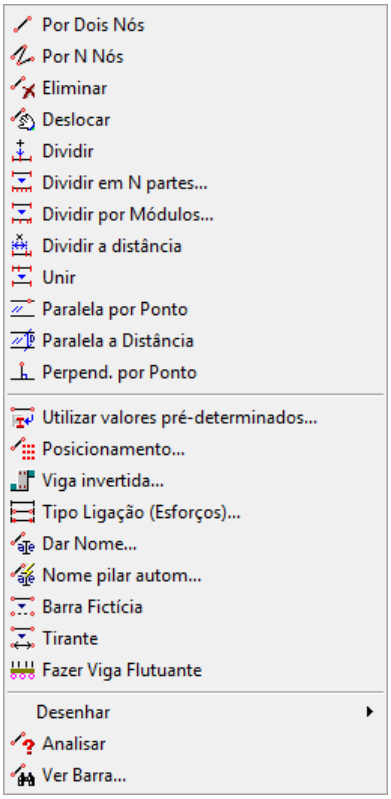

Figura 8: Geometria de nós e barras obtida a partir de um desenho DWG.

Quando se tiverem os desenhos das diferentes plantas do edifício realizados com um programa de CAD, estes podem ser utilizados no Tricalc. Procede-se do seguinte modo:

- Activa-se um plano de trabalho horizontal à cota de uma das plantas, através da função **Geometria>Plano>À Cota...**.
- Importam-se e associam-se aos planos da estrutura os ficheiros DWG ou DXF, com a função **Ajudas>Desenho-Raster>Desenho...**.
- Definem-se os nós da estrutura, seleccionando a função **Geometria>Nó>Introduzir** e marcando os pontos que definem os eixos ou cantos dos pilares. Se no DWF/DXF já existirem estes pontos como intersecção de linhas ou como pontos, podem-se seleccionar com o botão esquerdo. Se não existirem, utiliza-se o botão direito para capturar um ponto da malha o mais perto possível do local onde fica o eixo ou canto do pilar.
- Para definir as vigas desta planta, utiliza-se a função **Geometria>Barra>Por Dois Nós** ou **...>Por N Nós** (Figura 8).

A geometria de cada uma das restantes plantas define-se do mesmo modo, activando para cada plano de trabalho o ficheiro correspondente (DWG\DXF-2D). Se as plantas são iguais pode realizar-se uma translação da planta introduzida, através da função **Geometria>Nó>Translação**.

# O submenu *Geometria>Barra*




Neste submenu encontram-se as funções para a definição das barras:

| Opção | Descrição |
|---|---|
| **Por Dois Nós** | Esta função permite introduzir barras entre nós existentes. Deve-se marcar o nó inicial e em seguida, o nó final, com o botão esquerdo (captura nós já existentes) ou direito (captura pontos do espaço – poderá levar a uma incorrecta introdução da viga uma vez que se pode capturar um ponto muito perto do nó do pilar mas sem ser o do pilar, e portanto sem ligação a este) do rato (Figura 9). |

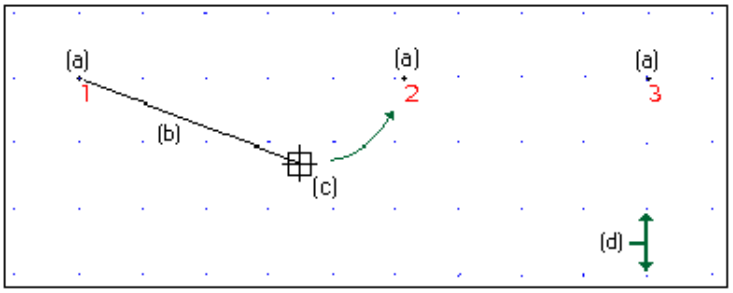



Figura 9**:** Geometria>Barra>Por Dois Nós.
(a) Nó, (b) barra, (c) ponteiro do rato, (d) malha.

**Por N nós**

Função análoga à anterior, com a diferença de que o nó final de uma barra passa a ser automaticamente o inicial da barra seguinte permitindo continuar ininterruptamente com a função (Figura 10).

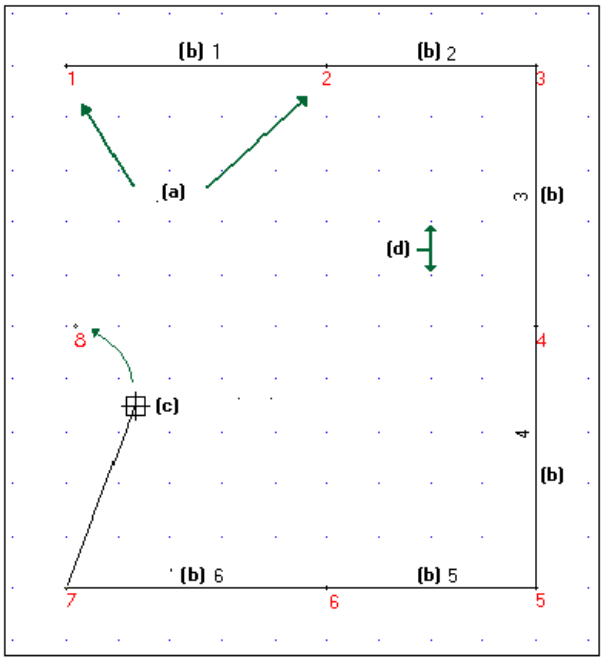



Figura 10**:** Função que permite introduzir barras entre nós existentes. (a)Nó, (b)barra, (c)ponteiro do rato, (c)malha.

**Dividir**

Esta função é executada graficamente e transforma uma barra em duas, através da introdução de um nó (Figura 11). Para utilizar esta função tem que estar a trabalhar num plano da estrutura (não funciona em vista geral da estrutura). Ao dividir uma barra, conservam-se todas as acções introduzidas previamente na barra. Para utilizar a função deve seleccionar a barra a dividir (com o botão esquerdo do rato) e, posteriormente, marca-se o ponto de divisão da barra (com o direito se for um ponto do espaço ou com o esquerdo se já lá colocou um nó).

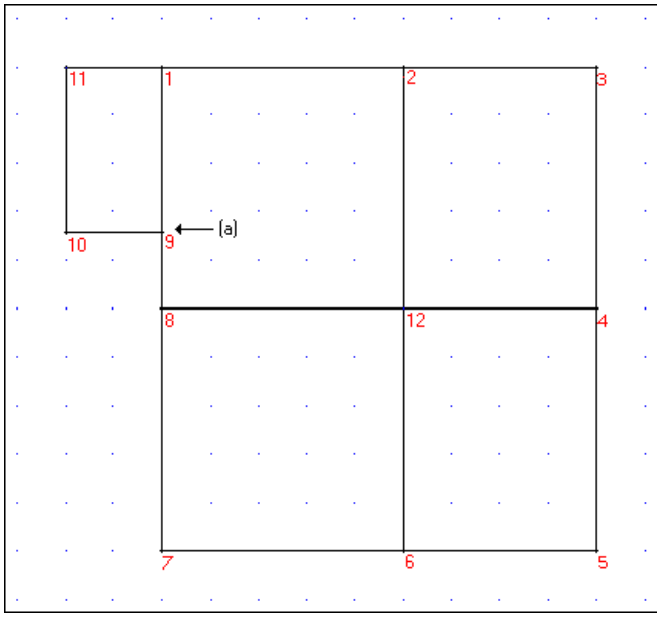



Figura 11: Geometria>Barra>Dividir (a)Nó criado por ...>Barra>Dividir.

**Eliminar** Esta função elimina graficamente as barras já introduzidas. Pode-se aplicar seleccionando individualmente as barras com o botão esquerdo ou englobando várias barras numa janela definida com o botão direito.

**Deslocar** Esta função permite mudar graficamente a posição de uma barra ou um grupo de barras contidas num plano, segundo um vector também incluído nesse plano. Para tal, activa-se o plano e selecciona-se, da forma habitual, a barra ou grupo de barras a deslocar. Seguidamente define-se o vector de deslocamento através da indicação de dois pontos marcados com o rato (botão esquerdo para nós existentes, botão direito para qualquer ponto do plano).

**Dividir em N partes** Esta função divide uma barra em várias partes iguais. Ao seleccionar a função, introduz-se o número de partes iguais e marcam-se uma ou várias (uma a uma) barras com o botão esquerdo, ou englobando-as numa janela com o botão direito.

**Dividir por Módulos** Função similar à anterior, mas dividindo a barra segundo um módulo (comprimento) constante, começando pelo nó de menor numeração da barra. Se indicar um comprimento negativo, começa-se a dividir pelo nó de maior numeração da barra. Ao seleccionar a função, define-se o valor do módulo (ou comprimento de cada divisão) e selecciona-se uma ou várias barras do modo habitual.

**Dividir a Distância** Função similar às duas anteriores, mas que divide a barra a uma dada distância de um dos seus extremos. A caixa de diálogo que aparece permite indicar a distância, e o nó a partir do qual se mede essa distância.

**Unir** Esta função agrupa graficamente as barras, eliminando os nós intermédios. As barras a unir têm que ter necessariamente a mesma directriz. Se o nó que deve desaparecer na ligação das duas barras tem uma terceira barra a ele ligada, a operação não se realiza. Ao executar a função, tem que englobar-se numa janela, com o botão direito, o grupo de barras a unir.

**Paralela por Ponto** Esta função cria uma barra paralela e de igual comprimento a outra já existente, passando por um ponto especificado de forma gráfica. Selecciona-se a barra, e

assinala-se um ponto, que pode ser um nó já existente (botão esquerdo) ou um ponto da malha (botão direito).

**Paralela à Distância** Esta função cria uma barra paralela e de igual comprimento a outra já existente, situando-a à distância que se especifique. Selecciona-se a barra, introduz-se a distância em centímetros e marca-se um ponto (botão esquerdo para nós existentes, botão direito para qualquer ponto do plano) para determinar para que lado da barra original se deseja criar a cópia. Para executar esta função é necessário ter activado um plano de trabalho.

**Perpendicular por Ponto**

Esta função cria, a partir de uma barra e de um ponto exterior a ela, uma barra ortogonal à primeira que passe pelo ponto especificado (Figura 12). Selecciona-se a barra e o ponto (botão esquerdo para nós já definidos ou direito para pontos da malha).

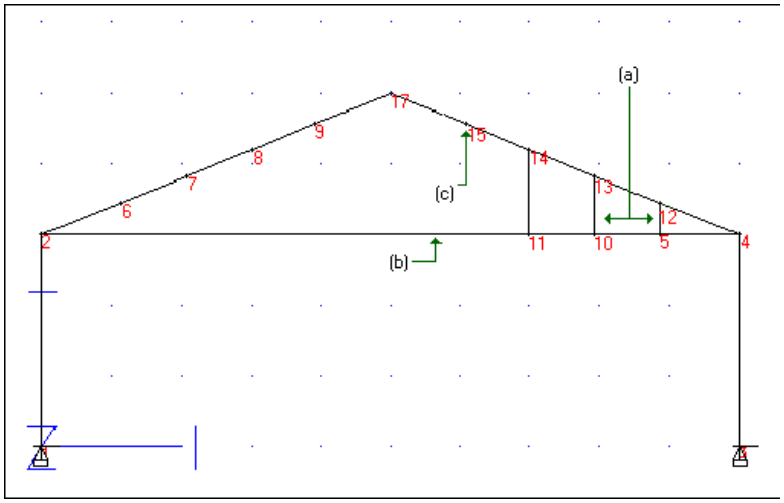
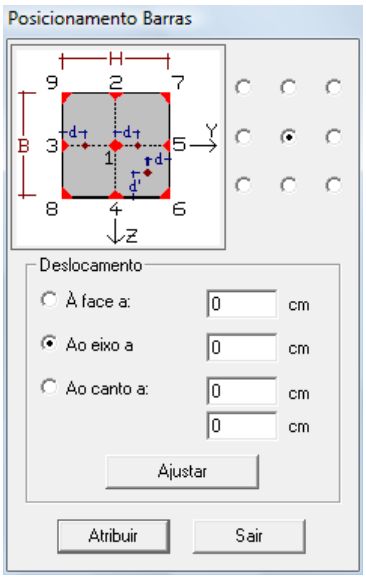



Figura 12: (a)Barras criadas com Perpendicular por ponto, (b)1º Seleccionar barra, (c)2º Seleccionar nó.

**Utilizar valores pré-determinados**

Esta função permite ao utilizador definir previamente valores para a secção, posicionamento e tipo de ligação de barras, de modo a que quando se introduzam as barras estas fiquem logo pré-dimensionadas e posicionadas. Muito útil para quando se estão a introduzir barras por cima de desenhos DWG ou DXF pois permite que se veja logo o volume da barra.

**Posicionamento** Em Tricalc, o **posicionamento** de uma barra interpreta-se como a localização da sua secção transversal em relação ao eixo da peça. Esta função serve para modificar o posicionamento atribuído a uma barra. Uma utilização habitual é o posicionamento de pilares de canto ou de pilares à face.




Os posicionamentos que se escolherem influenciarão os desenhos das barras de betão armado e também, estarão reflectidos nos desenhos e plantas.

No caso de estar activada a opção **Cálculo segundo eixos geométricos das barras** na função **Cálculo>Esforços>Opções...**, o posicionamento escolhido será utilizado para a determinação do eixo de cálculo de cada barra, e afectará os esforços resultantes. Por exemplo, uma viga com posicionamento totalmente para o interior e com a acção aplicada sobre a linha original (ou seja no extremo da secção da viga) terá torção devido ao posicionamento da sua secção.

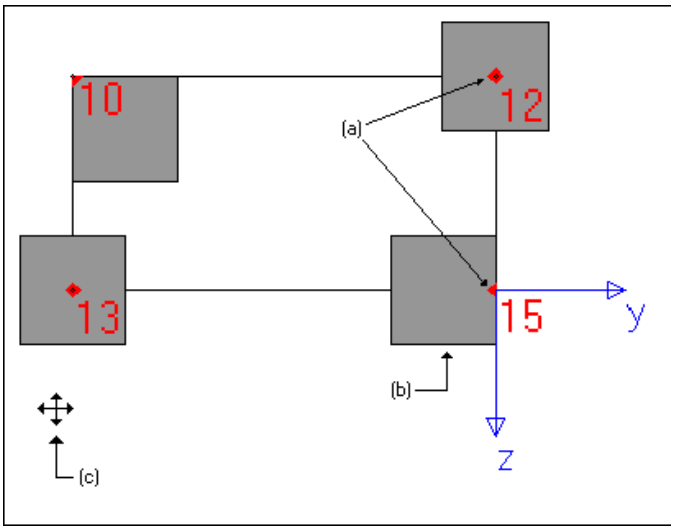



Figura 13: Posicionamento, (a)Tipo de posicionamento, (b)barra a modificar, (c)cursor em modo posicionamento.

Para mudar o posicionamento dos pilares, é aconselhável situar a estrutura numa vista em planta, seleccionando a função **Ajudas>Vistas...** pois com uma pequena

janela pode seleccionar a totalidade do pilar de cima a baixo. Para modificar o posicionamento de vigas ou diagonais é aconselhável seleccionar um plano de trabalho horizontal, com a função **Geometria>Plano>À Cota...**.

Ao seleccionar **Geometria>Barra>Posicionamento...**, assinala-se na caixa de diálogo o tipo de posicionamento desejado e, seguidamente, selecciona-se a barra ou barras a modificar. Depois de seleccionada(s), o ponteiro do rato muda para o modo de posicionamento (Figura 13). Nessa altura, pressionando o botão direito do rato, pode-se mudar o posicionamento da(s) barra(s) seleccionada(s), de um modo sequencial, a partir do tipo escolhido.

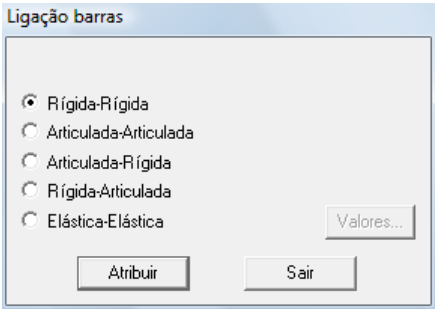
A função é finalizada com a tecla **Esc** aceitando-se assim o posicionamento definido.

**Viga Invertida**

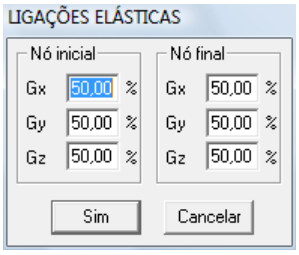
Em Tricalc, podem-se utilizar vigas invertidas com o cálculo a ser realizado tendo em conta a necessária armadura de suspensão. Para inverter uma viga basta seleccionar a função, assinalar o tipo de situação pretendido, escolher a barra a inverter e clicar com o botão esquerdo sobre a mesma.

**Tipo Ligação...**

Esta função permite alterar os tipos de ligação dos extremos inicial e final de cada barra. Mediante esta função é possível, por exemplo, definir uma barra bi-articulada dentro de uma estrutura de nós rígidos.




Esta função permite a definição de ligações elásticas. Para tal, selecciona-se a opção **ELÁSTICA-ELÁSTICA** na caixa de diálogo **LIGAÇÃO BARRAS** e pressiona-se o botão **Valores...**. É possível indicar a rigidez (em percentagem) nos três eixos principais dos nós inicial e final da barra. Uma ligação elástica a 0% equivale a uma articulação, e uma ligação elástica a 100%, a uma ligação rígida. O eixo de flexão principal de uma viga é o eixo Zp, pelo que deverão modificar-se também os valores de Gz.




O programa considera como nó inicial da barra aquele que tiver a numeração mais baixa, pelo que, para definir uma barra rígida-articulada ou articulada-rígida, é aconselhável ter activada a função **Geometria>Nó>Desenhar Número**. O primeiro termo diz respeito ao nó de menor numeração. Ter em atenção que o tipo de ligação escolhido fica activado para todas as barras que posteriormente se

introduzam. Assim, caso defina uma ligação bi-articulada, cada barra que posteriormente se introduza terá este tipo de ligação. Para repor a situação anterior deverá regressar à função **Tipo de ligação...** e seleccionar a opção **Rígida-Rígida**.

**Dar Nome...** Esta função permite atribuir um nome a cada barra de uma estrutura. O processo a seguir é o seguinte: depois de seleccionar esta função, introduz-se o nome a dar à barra, com um máximo de quatro caracteres. Selecciona-se então a barra ou barras que receberão o nome.

É possível activar ou desactivar o desenho do nome das barras mediante a função **Geometria>Barra>Desenhar>Nome**.

O nome de uma barra é diferente do seu número. O nome é definido pelo utilizador, enquanto a numeração é realizada pelo programa automaticamente e não é possível a sua modificação. É recomendável, por exemplo, dar um nome aos pilares de acordo com o critério do utilizador, para que no **quadro de pilares** seja facilmente identificável cada pilar.

**Nome pilar autom.** Tricalc permite a atribuição de nomes aos pilares de forma automática, permitindo a atribuição de um nome lógico aos pilares. Assim, o Tricalc, segue o critério de reordenação explicado anteriormente para gerar nomes que comecem pela letra indicada pelo utilizador. Tricalc atribui o mesmo nome a pilares que tenham continuidade por vários pisos.

**Barra Fictícia** Esta função permite redefinir uma barra normal como uma **barra fictícia** e vice-versa. As barras fictícias consideram-se para efeitos de cálculo de esforços, mas não no cálculo de armadura nem na comprovação das respectivas secções. O programa entende assim que são barras que realmente não existem. Representam-se por linhas com traço interrompido.

A utilidade destas barras reside na possibilidade de modelar elementos estruturais diferentes de barras, tais como muros, paredes resistentes, etc. Estes elementos podem-se discretizar como uma reticula de barras fictícias, que se comportem no seu plano como um conjunto que dá rigidez à estrutura (Figura 14).

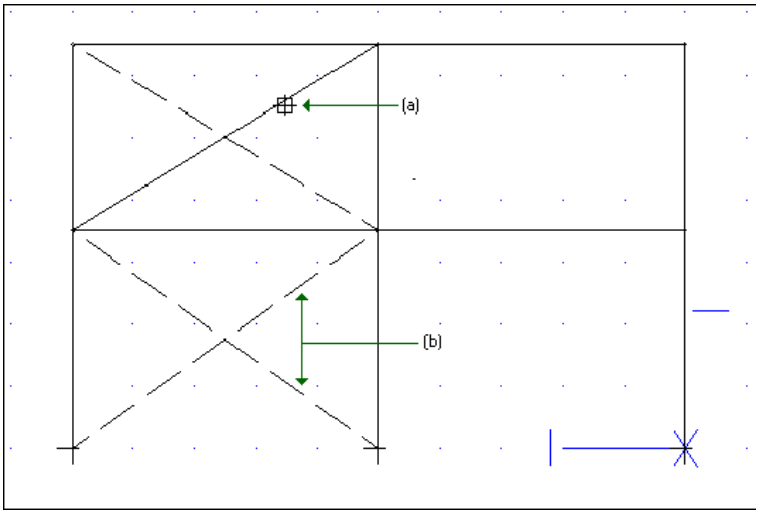



Figura 14: Plano de pórtico. Modelação de um muro, criando um plano rígido com barras fictícias. (a)Transforma-se uma barra real em fictícia e vice-versa, (b)barras fictícias.

**Tirante**

Permite atribuir a uma barra a propriedade de que só seja considerada a trabalhar à tracção. É necessário realizar um cálculo de 2ª Ordem e activar a opção correspondente da caixa de diálogo de 2ª Ordem de **Cálculo>Esforços>Opções...**

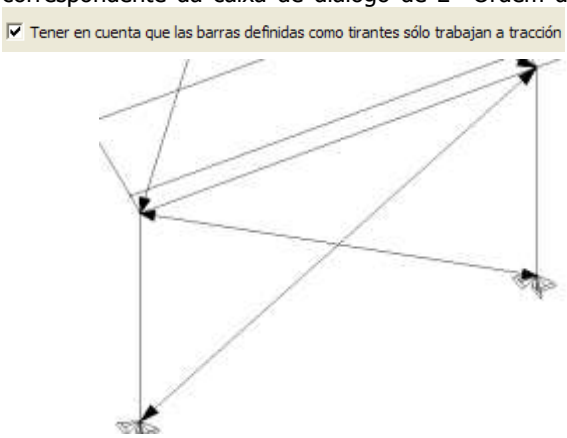
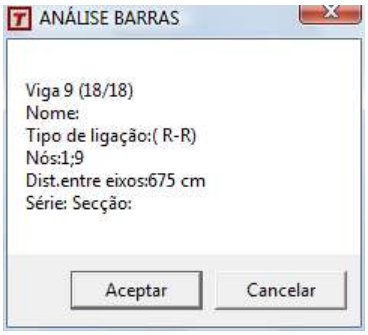



Figura 13a: Contraventamentos de uma nave, em que se definiram barras-tirante.

**Analisar**

Esta função proporciona informações das barras, relativamente ao número de barra, número total de barras na estrutura, tipo de ligação, número de nós inicial e final, assim como a secção atribuída e o comprimento total da barra.

No caso de estar activada a opção **Cálculo segundo eixos geométricos das barras** na função **Cálculo>Esforços>Opções...**, além do comprimento entre nós de estrutura, mostra-se o comprimento de cálculo, segundo o eixo geométrico da barra, e as distâncias aos nós da estrutura. Na figura, **300cm** é o comprimento a eixos da estrutura, **283 cm** é o comprimento de cálculo da barra, **3 cm** é a distância do nó inicial ao início do comprimento de cálculo da barra, e **12 cm** é a distância desde o fim do comprimento de cálculo da barra até ao nó final.

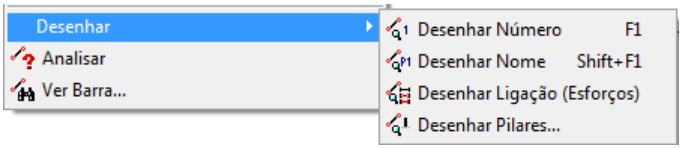



Pode obter a mesma informação posicionando o cursor sobre uma barra, sendo necessário que esteja activada a opção **Etiquetas emergentes** em **Ajudas>Preferências ecrã...**:

**Ver Barra...**

Esta função permite localizar uma barra de forma gráfica, mediante a introdução do seu número. O programa mostra a barra solicitada de cor vermelha (a piscar) no ecrã, e indica na janela de ajuda o seu número, as cotas dos seus nós e o pórtico ao qual pertence.

# O submenu *Geometria>Barra>Desenhar*




Neste submenu encontram-se funções que permitem modificar a representação gráfica das barras. São as seguintes:

| Função | Descrição |
|---|---|
| **Desenhar Número** | Esta função activa ou desactiva a representação dos números das barras, em cor azul (Figura 15). |
| **Desenhar Nome** | Esta função activa ou desactiva a representação dos nomes das barras atribuídos pelo utilizador, em cor azul. |
| **Desenhar Ligação** | Esta função activa ou desactiva a representação no ecrã do tipo de ligação definido para cada barra. |

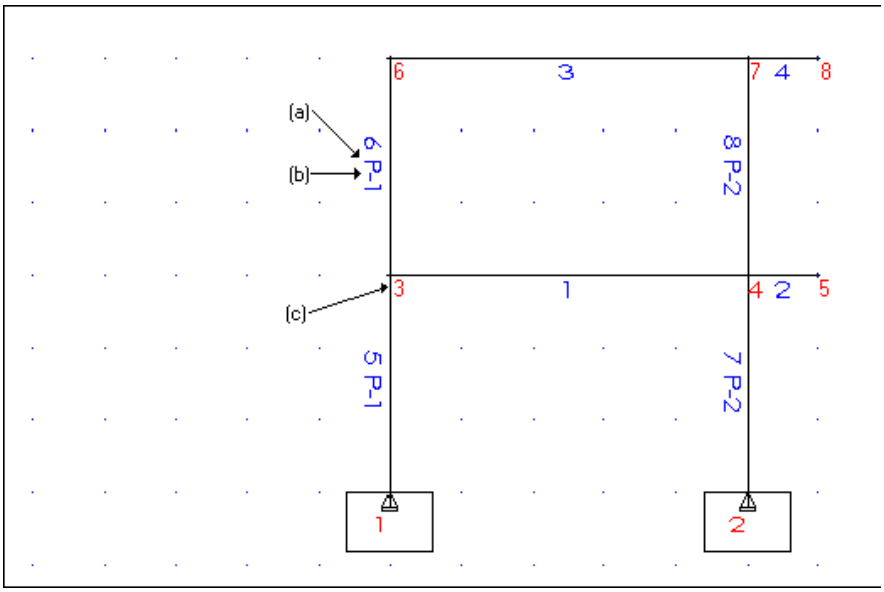



Figura 15: (a)Número de barra, (b)nome da barra, (c) número do nó.

O critério de representação das ligações é o seguinte:

- Ligações rígidas: sem símbolo.
- Ligações articuladas: círculo branco no nó.
- Ligações elásticas: círculo vermelho no nó.

**Desenhar Pilares** Esta função activa ou desactiva o desenho dos pilares ou de barras inclinadas que arrancam da cota do plano de trabalho activo (Figura 16). Permite, quando desactivada, que se seleccionem só as vigas do plano. Quando activada, permite visualizar além das vigas os pilares que tem um nó nesse plano. Os pilares representam-se com o seu nó inferior e superior

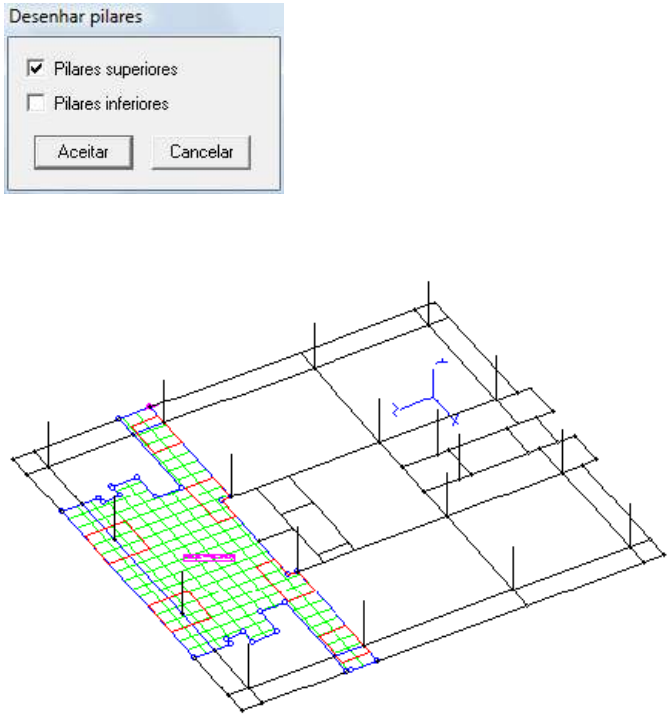
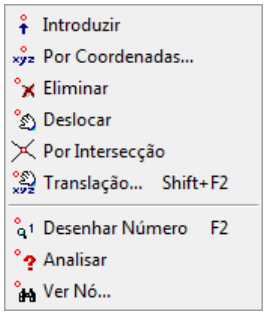



Figura 16: Função ...>Desenhar>Pilares activada.

## O submenu *Geometria>Nó*




Neste submenu encontram-se as funções para a definição dos nós de uma estrutura. São as seguintes:

| Opção | Descrição |
|---|---|
| **Introduzir** | Esta função permite introduzir nós de forma gráfica, com o botão direito do rato. Tem que estar activado um plano de trabalho. Os nós definem-se sobre a malha. Portanto, as subdivisões da malha têm que ter um valor em função da coordenada do nó a introduzir. |

**Por Coordenadas...** Esta função permite a introdução de nós de forma numérica. Um nó define-se por coordenadas gerais XYZ, separadas por espaços ou pelo separador de listas definido no Windows (normalmente o ponto e virgula ou a virgula).

**Eliminar** Com esta função pode-se eliminar um nó ou um conjunto de nós. Ao eliminar um nó, eliminam-se todas as barras que concorrem nesse nó (Figura 17).

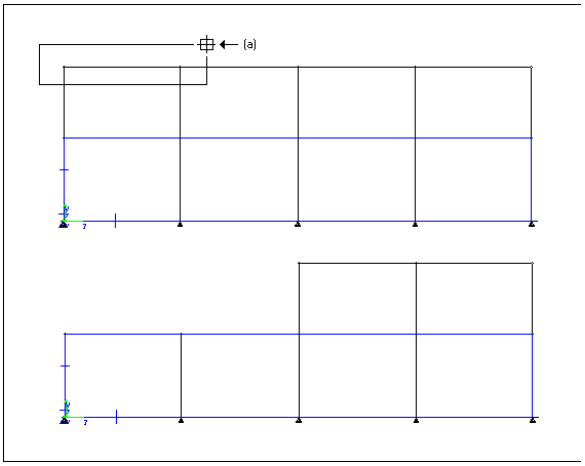



Figura 17: Eliminar nó. (a)Englobar com uma janela os nós a eliminar.

**Deslocar** Esta função permite modificar de forma gráfica a posição de um nó ou de um grupo de nós. Para executar esta função é necessário ter um plano de trabalho activado. Depois de seleccionar esta função, marca-se o nó a deslocar com o botão esquerdo ou englobam-se vários mediante uma janela. Define-se o vector de deslocamento mediante dois pontos (direcção, sentido e comprimento). Ao deslocar os nós, modificam-se os comprimentos das barras que concorrem nesses nós (Figura 18).

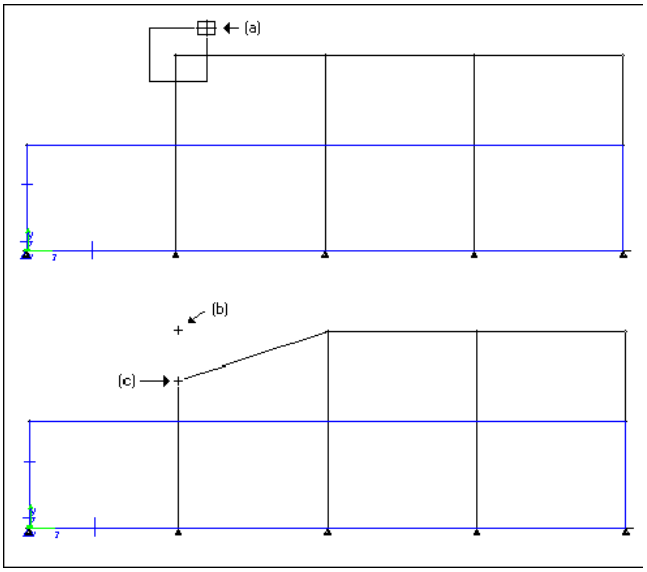


Figura 18: Função Geometria>Nó>Deslocar.(a) 1º Englobar com uma janela o nó a deslocar, (b) 2º Marcar o ponto inicial do vector, (c) 3º Marcar o ponto final.

**Por Intersecção** Esta função cria um nó no ponto de intersecção de duas barras. Cada uma das barras divide-se por seu turno em outras duas. Depois de seleccionar a função, assinala-se com o botão esquerdo as duas barras que se interceptam. Caso as barras não se interceptem prolongar-se-ão até ao ponto de intercepção.

**Translação...** Esta função permite realizar a translação de um nó ou de um grupo de nós da estrutura, através de um vector de deslocamento.

Ao translaccionar as barras juntamente com os nós e existindo acções nelas, estas mantêm-se quando se realiza a translação.

Ao seleccionar a função, aparece uma caixa de diálogo onde se introduzem os seguintes parâmetros:

- **VECTOR**. Nos campos **X=**, **Y=** e **Z=**, define-se o deslocamento a realizar, segundo os eixos gerais XYZ (valores negativos implicam translações no sentido negativo dos eixos).
- **Rotação**. No campo **Ângulo**, pode-se introduzir o ângulo de rotação que se pretende utilizar quando se pressiona o botão **Rotação**.
- **Nº de Cópias**. Neste campo, introduz-se o número de cópias a realizar para os nós que se seleccionem. Esta opção é muito utilizada, por exemplo, para repetir os nós de um piso tipo de um edifício, tantas vezes como pisos existentes. Também pode ser utilizada para repetir pórticos e criar naves industriais ou edifícios.
- **Com Cópia**. Ao activar esta opção, mantêm-se nas suas posições originais os nós seleccionados e, além disso, criam-se cópias deles nos novos pisos (ou planos).
- **Copiar barras**. Esta opção permite seleccionar entre copiar ou não copiar as barras que se encontram unidas aos nós a translaccionar. É interessante activá-la se desejar copiar uma planta tipo formada por vigas sobre as quais se apoiará uma laje.
- **Copiar Acções**. Permite copiar as acções existentes nas barras originais para as novas barras.

- **Copiar Secções**. Permite copiar o pré-dimensionamento das barras originais para as novas barras.
- **Copiar conjuntos**. Permite ao utilizador realizar cópias de barras mantendo a cópia como pertencente ao conjunto da barra original.
- **Criar barras**. Se activar esta opção, criam-se automaticamente barras novas unindo cada um dos nós originais com o novo nó. Por exemplo, se está a copiar uma planta tipo e se activa esta opção, cria-se um pilar sobre cada um dos nós (criam-se os pilares ao translaccionar e copiar os nós).

A Figura 19 mostra o exemplo de uma geometria de barras de uma determinada planta tipo. Se desejar fazer duas cópias dessa planta, procede-se da seguinte maneira: selecciona-se a função **Geometria>Nó>Translação...** e introduzem-se os seguintes parâmetros:

No campo **Y=**, introduz-se a altura entre plantas (em cm).

Activam-se as opções **Copiar Barras** e **Criar Barras** e carrega-se no botão **Translação**.

Englobam-se, com uma janela de rato, todos os nós da planta tipo.

O resultado obtido será o mostrado na Figura 20.

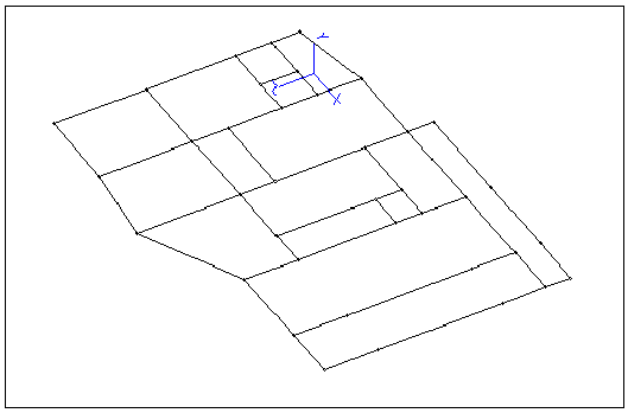


Figura 19: Piso tipo.

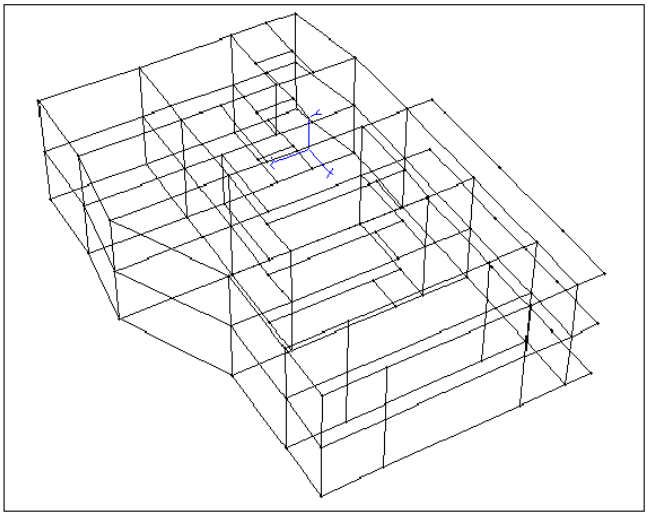


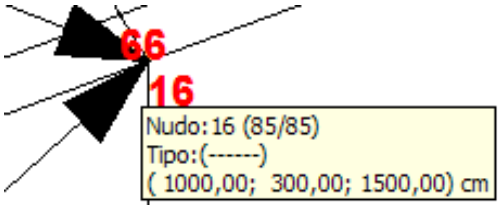
Figura 20: Resultado depois da translação.

- **Rotação.** É possível realizar a rotação de um conjunto de nós em torno de um eixo. Para isso, introduz-se o ângulo desejado no campo **Ângulo**, pressiona-se o botão **Rotação** e indica-se o eixo de rotação, marcando com o botão esquerdo dois nós pertencentes a esse eixo (normalmente um eixo vertical). Seguidamente, seleccionam-se os nós a girar.

  As opções **Copiar Barras** e **Criar Barras**, assim como o valor introduzido no campo **Cópias**, são também aplicáveis neste caso, de forma similar à exposta para a translação de nós.

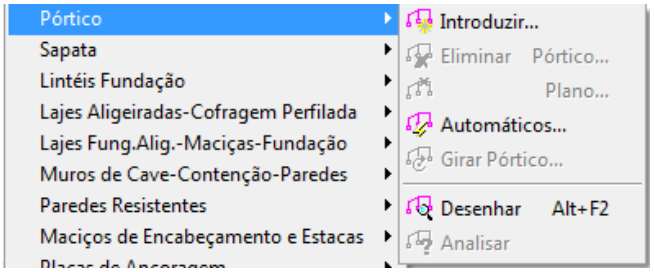
**Desenhar Número** Esta função activa ou desactiva o desenho da numeração dos nós da estrutura, a cor vermelha.

**Analisar** Com esta função, pode-se visualizar no ecrã a informação do nó ou nós que se indiquem, relativamente ao seu número, condições de apoio e coordenadas XYZ. Pode obter-se a mesma informação posicionando o cursor sobre cada nó, sendo necessário que esteja activada a opção **Etiquetas emergentes** em **Ajudas>Preferências ecrã...**:




**Ver Nó...** Esta função permite localizar graficamente um nó, desenhado no ecrã o seu número correspondente a cor vermelha. À direita da barra de ajuda, no canto inferior, indica-se o número do nó e as suas coordenadas.

# O submenu *Geometria>Pórtico*




No programa, a definição de pórticos é desnecessária para efeitos do cálculo de esforços. Se não foram definidos pórticos, na apresentação dos desenhos de armadura, o programa mostrará por defeito de forma separada a armadura de cada viga; se foram definidos pórticos, o programa representará em continuidade a armadura das vigas contidas em cada pórtico.

Para o programa um pórtico é um conjunto de planos verticais de dimensão vertical ilimitada, e de dimensão horizontal determinada por dois pontos ou mais pontos. Um pórtico pode ser formado por um único plano ou por vários planos. Um nó pertence a um pórtico quando se encontrar contido em alguns dos planos que formam o pórtico. Uma barra pertence a um pórtico quando os seus dois nós se encontram contidos em algum dos planos que formam o pórtico.

As funções do submenu **Geometria>Pórtico** são as seguintes:

| Função | Descrição |
|---|---|
| **Introduzir...** | Esta função permite introduzir e definir novos pórticos. Para tal, selecciona-se a função **...>Introduzir...**, indica-se o nome do pórtico (com um máximo de quatro caracteres), e marcam-se com o botão esquerdo do rato os nós extremos que delimitam o(s) plano(s) do pórtico.<br>Como exemplo, introduz-se um pórtico formado por vários planos verticais (Figura 21):<br>■ Para maior facilidade na introdução de um pórtico, aconselha-se trabalhar numa vista em planta.<br>■ Marcar com o botão esquerdo os nós inicial e final que definam o primeiro plano vertical do pórtico.<br>■ Em seguida, procede-se da mesma maneira para definir o seguinte plano do pórtico, tendo em conta que o nó inicial do segundo plano deve coincidir com o nó final do primeiro, caso contrário aparecerá um espaço entre os dois planos quando se solicitar o seu desenho.<br>■ Finalizar a função da forma habitual (pressionar o ícone de **Abandonar a função**).<br>Para visualizar as barras contidas no pórtico definido, activar a função **Geometria>Pórtico>Desenhar** e redesenhar a imagem da janela (pressionando o ícone correspondente). O pórtico aparecerá representado pelos seus limites e desenha-se o seu nome, ambos a cor rosa. |

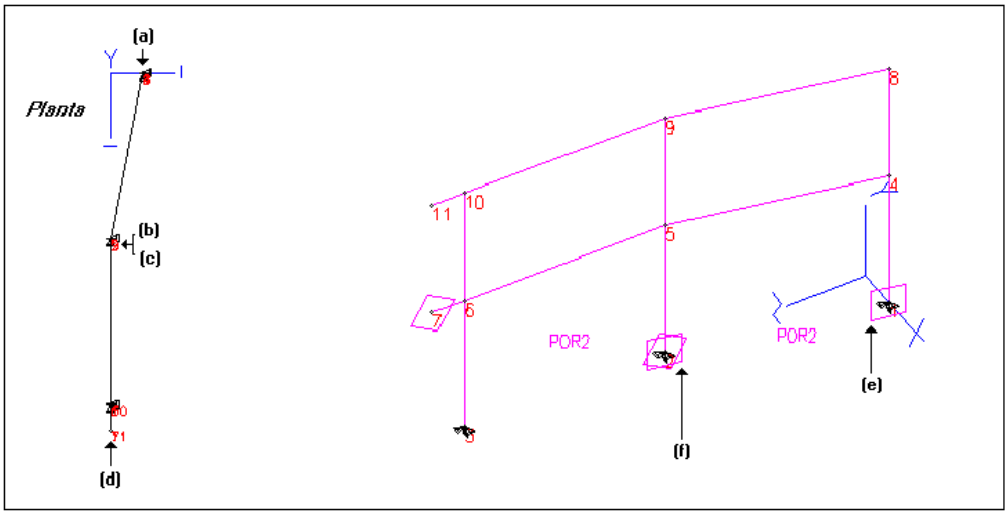



Figura 21: Definição de um pórtico não colinear.(a)Nó inicial, primeiro plano. (b)Nó final, primeiro plano. (c)Nó inicial, segundo plano. (d)No final, segundo plano..(e, f)Limites do pórtico.

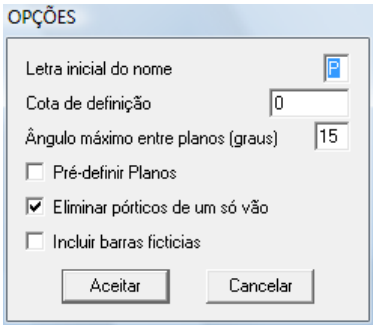
**Eliminar Pórtico...** Esta função permite eliminar pórticos já definidos. Não elimina barras nem nós da estrutura. Se está calculada a armadura das barras da estrutura, perde-se somente este cálculo.

**Eliminar Plano...** Esta função permite eliminar, dentro de um pórtico composto por vários planos, algum ou alguns deles. Se está calculada a armadura das barras da estrutura, perde-se somente este cálculo.

**Automáticos** Permite criar automaticamente todos os pórticos da estrutura, para o que se mostra uma caixa de diálogo como a da figura. Cada pórtico que se crie, terá um nome automático correlativo, que começará com o carácter que se indique no campo **Letra Inicial do nome**.

Podem também criar-se automaticamente pórticos que se componham de vários planos, sempre que o ângulo formado por estes planos seja menor ou igual ao que se indica no campo **Ângulo máximo entre planos (0º-45º)**.

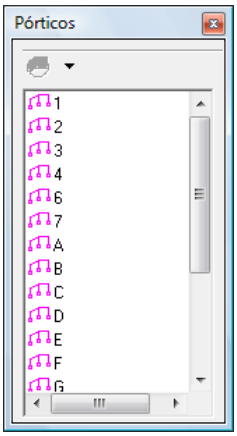
Se activar a opção **Pré-definir Planos**, cada um dos pórticos ficará automaticamente pré-definido como um plano de trabalho, que se adicionará aos já existentes (todos os horizontais e os que se haviam pré-definido através da função **Geometria>Plano>Pré-definir...**).




**Desenhar** Esta função activa ou desactiva a representação dos pórticos definidos.

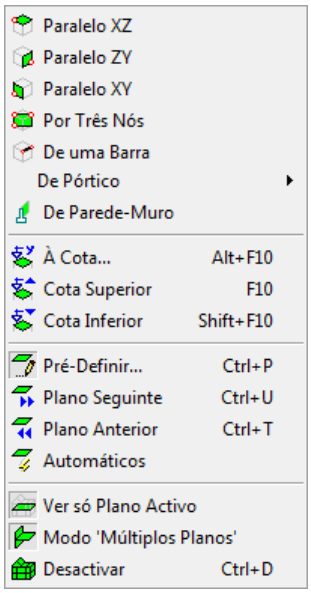
| | |
|---|---|
| **Analisar** | Esta função permite obter a informação sobre o pórtico ao qual pertence cada uma das barras a seleccionar.<br>Em Tricalc, é possível visualizar somente as barras que pertençam a um determinado pórtico. |

## O submenu *Geometria>Plano>De Pórtico*

| **Função** | **Descrição** |
|---|---|
| **Seleccionar...** | Esta função permite escolher um pórtico, de entre os existentes.<br>  |
| **Seguinte** | Esta função activa o pórtico criado a seguir ao que estiver seleccionado nesse momento, seguindo a ordem da listagem de pórticos. |
| **Anterior** | Esta função activa o pórtico criado antes do que estiver seleccionado nesse momento, seguindo a ordem da listagem de pórticos. |

## O submenu *Geometria>Plano*

Neste submenu encontram-se todas as funções para a definição dos planos de trabalho, com a finalidade de representar no ecrã um número limitado de nós e de barras, facilitando assim a entrada de dados e a visualização da estrutura.




| Função | Descrição |
|---|---|
| **Paralelo XZ, ZY, XY** | Estas funções permitem activar um plano de trabalho paralelo a um dos planos principais. Para tal, selecciona-se a função e assinala-se, com o botão esquerdo, um nó da estrutura contido no plano. |
| **Por Três Nós** | Esta função permite definir qualquer plano de trabalho no espaço. Neste caso, seleccionam-se graficamente três nós não colunares que determinem o plano.<br>Como exemplo, vamos activar uma cobertura como plano de trabalho marcando três dos seus nós (Figura 22):<br>■ Cria-se uma estrutura com as opções de defeito da função **...>Nave...**.<br>■ Selecciona-se a função **...>Por Três Nós** e seleccionam-se, com o botão esquerdo, três nós não colunares que pertençam à cobertura.<br>Finalizada a operação, no ecrã só se visualizam as barras contidas no plano definido. |

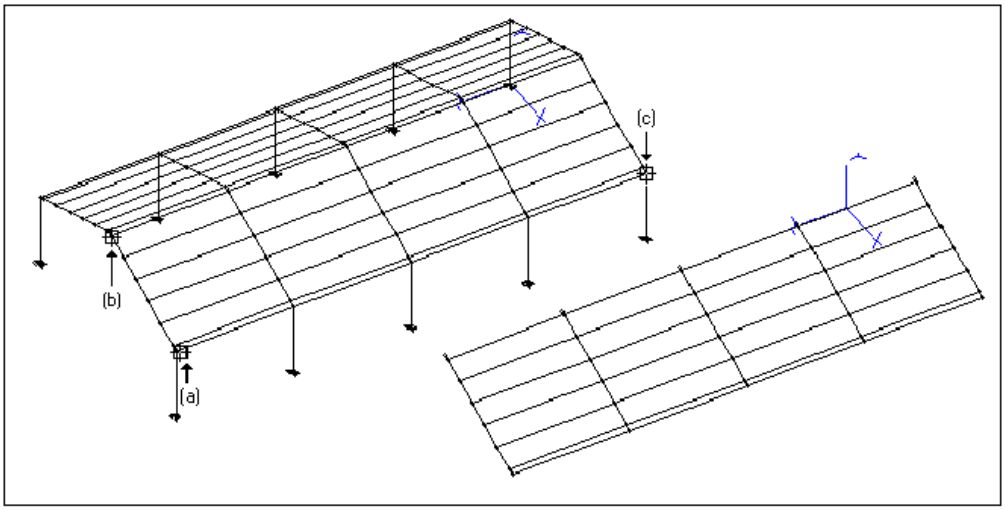



Figura 22: Plano de trabalho por três nós. (a)Primeiro nó, (b)segundo nó, (c)terceiro nó.

**De Barra** Com esta função visualiza-se um plano passando por uma barra da estrutura, seleccionando-a graficamente da forma habitual.

**De Pórtico** Neste submenu encontram-se as funções que permitem trabalhar com os pórticos definidos. Para mais informações, veja o ponto 9 do presente capítulo.

**À Cota ...** Esta função activa um plano de trabalho paralelo ao plano horizontal XZ, indicando-se a cota à qual se encontra, em centímetros. Pode escolher, na caixa de diálogo, um dos planos existentes, ou introduzir um novo plano através da introdução da sua cota.

**Cota Superior** Esta função permite mudar o plano de trabalho para a cota superior mais próxima, na qual exista pelo menos um nó.

**Cota Inferior** Esta função permite mudar o plano de trabalho para a cota inferior mais próxima, na qual exista pelo menos um nó.

**Pré-Definir...** Esta função permite pré-definir novos planos de trabalho, por exemplo

planos inclinados, para poder activá-los posteriormente, sem necessidade de os definir de cada vez que os pretender visualizar.

Só se pode obter um **plano em modo 2D** ou desenho, dos planos que previamente tenham sido pré-definidos (veja o capítulo 8).

Como exemplo, vamos pré-definir um plano e activá-lo como plano de trabalho:

- Cria-se uma estrutura com as opções por defeito da função **Geometria>Nave...** (Figura 22).
- Selecciona-se a função **Geometria>Plano>Pré-definir...** e no campo **Planos,** introduz-se o nome do plano.
- Pressiona-se o botão **Definir>>** e seleccionam-se três nós do plano a definir.
- Selecciona-se o plano criado, dentro do campo **Planos** e pressiona-se o botão **Activar,** com o qual se visualizam só as barras contidas no plano activado.

**Plano Seguinte** Esta função activa o plano pré-definido seguinte ao que se encontra activo nesse momento.

**Plano Anterior** Esta função activa o plano pré-definido anterior ao activo nesse momento.

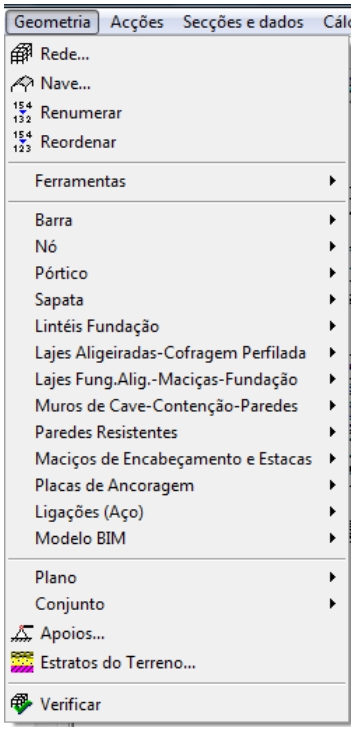
**Automáticos** Com esta função, podem-se pré-definir automaticamente todos os planos paralelos aos eixos gerais XY e ZY, que passem por algum nó da estrutura.

**Ver só plano activo** Quando activada, permite visualizar no ecrã apenas os elementos do plano seleccionado. Caso esteja desactivada, visualiza-se igualmente uma marca de água da restante estrutura (para além do plano seleccionado). Esta função torna-se bastante útil quando necessitamos de identificar no global da estrutura a localização do plano em que estamos a trabalhar.

**Modo Múltiplos Planos**

A função **Modo Múltiplos Planos** permite ao utilizador trabalhar com vários planos em simultâneo. Assim, quando esta função está activada, o utilizador pode visualizar um plano horizontal (uma planta/piso) e, em simultâneo, visualizar um plano vertical (alçado) ou inclinado (por exemplo uma cobertura). Esta função revela-se extremamente potente ao permitir ao utilizador compreender e visualizar como os pisos e pórticos estão definidos e se interligam. Também é extremamente útil para a definição de coberturas com várias águas (vários planos inclinados).

## Outras funções do menu *Geometria*




**Renumerar** Esta função realiza uma compactação da numeração dos nós e das barras, eliminando os nós nos quais não concorre nenhuma barra. Esta renumeração é transparente para o utilizador, não se verificando nenhuma modificação nos dados que já estiverem introduzidos.

**Atenção, esta função elimina automaticamente todos os nós que não estejam ligados a barras.**

**Reordenar**

A função **Reordenar** é semelhante à função **Renumerar**; realiza igualmente uma compactação da numeração da estrutura, e para além disso modifica a numeração dos nós e barras para que estes fiquem ordenados com o seguinte critério:

- **Nós**. Numeram-se da seguinte forma:

  Da menor à maior cota (da menor à maior coordenada Yg).

  Da menor à maior coordenada Xg.

  Da menor à maior coordenada Zg.

- **Barras** (incluindo os lintéis de fundação). Numeram-se da seguinte forma:

  Do menor ao maior número de nó inicial.

  Do menor ao maior número de nó final.

A reordenação da estrutura é totalmente transparente para o utilizador conservando-se as acções, secções, posicionamentos, rotações e opções de pré-dimensionamento, armadura, comprovação de secções e fundação que se tenham atribuído.

A reordenação da estrutura implica a perda de resultados dos esforços, armaduras, etc, sendo esta situação advertida pelo Tricalc mediante respectiva mensagem. A utilidade da função **Reordenar** é conseguir que todos os alinhamentos de barras (vigas, pilares ou diagonais) tenham números de nós e de barras ordenados, para que as operações que dependem da posição dos nós inicial e final das barras ou dos seus eixos (modificação da rotação ou posicionamento, por exemplo) sejam mais intuitivas.

A reordenação também facilita a localização e identificação de nós e barras da estrutura, tanto no ecrã como nas listagens.

**Atenção, esta função elimina automaticamente todos os nós que não estejam ligados a barras.**

**Apoios...**

Esta função permite definir as condições de apoio de uma estrutura, restringindo alguns ou todos os graus de liberdade dos nós.

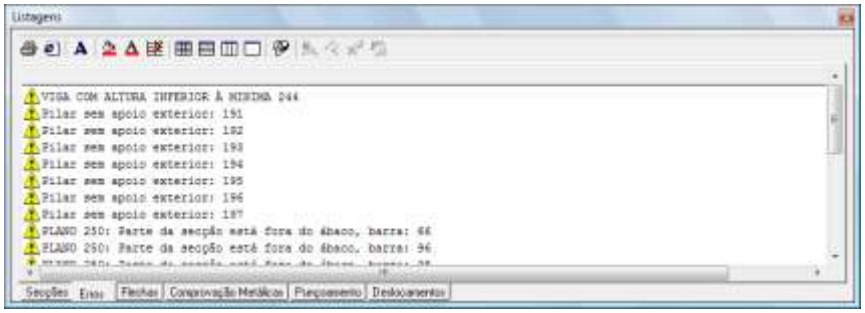
Pode-se restringir a rotação e/ou o deslocamento em qualquer dos três eixos gerais. Além disso, a função **Geometria>Apoios...** permite definir apoios elásticos, indicando-se as constantes de rigidez ao deslocamento e rotação, segundo os eixos gerais.

O critério de representação das restrições é o seguinte:

- Rectângulo: Está restringida a rotação.
- Triângulo: Está restringido o deslocamento.

**Verificar**

Esta função realiza a comprovação dos dados geométricos introduzidos numa estrutura. Em caso de se detectar algum erro, apresenta-se uma janela no ecrã, indicando as incongruências (erros) ou advertências detectadas.


Listagens
VIGA COM ALTURA INFERIOR À MINIMA 244
Pilar sem apoio exterior: 191
Pilar sem apoio exterior: 192
Pilar sem apoio exterior: 193
Pilar sem apoio exterior: 194
Pilar sem apoio exterior: 195
Pilar sem apoio exterior: 196
Pilar sem apoio exterior: 197
PLANO 250: Parte da secção está fora do ábaco, barra: 66
PLANO 250: Parte da secção está fora do ábaco, barra: 96
Secções
Erros
Flechas
Comprovação Metálicos
Punçoamento
Deslocamentos

Cada uma das linhas tem na primeira coluna um ícone que indica se a linha corresponde a um ERRO ou a uma ADVERTÊNCIA .

As advertências não são impeditivas de cálculo, sendo só alertas para situações particulares, como pilares que não chegam à fundação, encastramentos e molas na mesma fundação, etc.

Os erros são impeditivos de cálculo e representam violações dos critérios de modelação de estruturas do Tricalc. São exemplo destas situações elementos sem pré-dimensionamento, encastramentos em lajes de fundação (meio elástico), etc.

As mensagens de advertência e erro mais comuns têm a ver com:

- Existência de cruzamentos entre barras sem nó a uni-las, portanto não transmitem esforços entre si.
- Arredondamento automático das coordenadas dos nós a centímetros evitando certas incongruências sobretudo com as geometrias importadas de ficheiros DWG e DXF.
- Existência de pilares cujo nó inferior é livre não chegando portanto à fundação.
- Existência de coeficientes de segurança nulos.
- Existência de números de nó e/ou barra sem utilizar, como consequência das eliminações efectuadas no processo de introdução da geometria. Será necessário utilizar a função **Geometria>Renumerar**.
- Existência de nós repetidos ou coincidentes. Corrige-se automaticamente.
- Existência de nós isolados, sem pertencer a nenhuma barra. Eliminam-se automaticamente esses nós.
- Existência de nós perto de barras, sem pertencer à barra.
- Existência de barras total ou parcialmente coincidentes.
- Existência de elementos sem pré-dimensionamento.
- Eliminam-se automaticamente as sapatas incluídas nas sapatas dos muros.
- Eliminam-se os lados de polígonos de ábacos e de acções superficiais com ângulos menores que 3 graus, ou demasiado próximos.
- Posição de parte da secção do pilar fora do contorno da laje através da verificação de **Secção fora de ábaco**. Tem influência na análise ao punçoamento, por exemplo.
- Não se permitem aberturas de superfície menor a 1 $m^2$ em lajes fungiformes aligeiradas ou lajes maciças.
- Incongruências nas vigas invertidas.

# Capítulo 5

# Edição

**INTRODUÇÃO**

- Neste capítulo explicam-se as funções **Copiar** e **Colar** aplicadas a estruturas, quer sejam completas ou apenas a algumas das suas partes dentro da mesma estrutura ou entre diferentes estruturas, assim como a função **Copiar a** e **Colar desde** que permite armazenar e recuperar do disco, estruturas, completas ou apenas alguns dos seus elementos. Estas funções afectam a geometria de barras, lajes, fundações e muros, assim como as suas secções e acções.

**OBJECTIVOS**

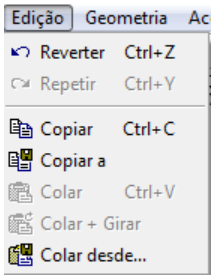
- Utilizar partes de uma estrutura para situa-las noutros pontos da mesma, optimizando a definição de elementos repetidos ou modulares.
- Armazenar em disco partes de uma estrutura para serem reutilizadas noutros pontos, como por exemplo, elementos modulares, andaimes, guarda-corpos… criando uma biblioteca de subestruturas reutilizáveis.

## Introdução

Tricalc dispõe das funções habituais de **Copiar, Colar…** mas neste caso aplicado a elementos da estrutura. É possível copiar e colar elementos na mesma estrutura para facilitar a definição de elementos similares e também é possível copiar e colar elementos para e desde ficheiros, para serem utilizados noutras estruturas. Por exemplo, para utilizar modelos tipo de estruturas que se repetem noutras estruturas. Neste capítulo explicam-se:

- Funções para **Copiar** e **Colar** elementos para a área de transferência do programa
- Função **Copiar** para guardar elementos de uma estrutura num ficheiro

- Função **Colar desde...** para trazer para a estrutura actual os elementos contidos no ficheiro criado com a função **Copiar a...**
- Função **Colar + Rodar...** para realizar uma rotação sobre o eixo vertical dos elementos colados.




## Área de transferência do programa

As funções **Copiar** e **Colar** permitem enviar e recuperar elementos da estrutura para uma área de memória reservada pelo programa. O conteúdo desta área de memória mantém-se durante toda a sessão do programa, perdendo-se o seu conteúdo ao encerrar o programa. Enquanto executar o programa, é possível utilizar estas funções para intercambiar elementos entre estruturas, através da área de transferência.

A área de transferência utilizada por ***Tricalc*** tem um formato próprio que só pode ser lido por ***Tricalc***.

## Subestruturas

As funções **Copiar para...** e **Colar desde...** permitem guardar e abrir elementos da estrutura, subestruturas, para ficheiros do disco. Com estas funções é possível, seleccionar partes de uma estrutura e guarda-las no disco rígido, com um nome próprio. Posteriormente, estes elementos ou subestruturas podem importar-se para outras estruturas.

Os ficheiros com subestruturas contêm a geometria, acções e pré-dimensionamento dos elementos.

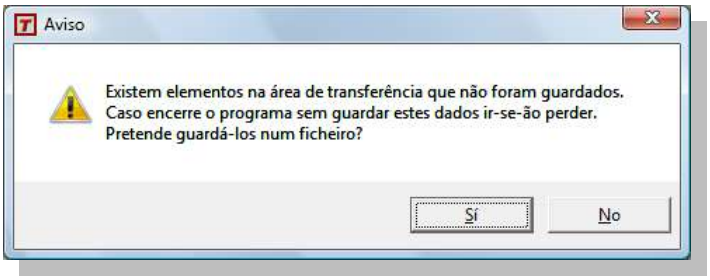
## Copiar

Seleccionam-se os elementos da estrutura com o rato, individualmente ou através da abertura de uma janela de selecção. Pode realizar-se a selecção em várias fases.

Uma vez finalizada a selecção de elementos é necessário definir um ponto de inserção, que se utilizará no momento de **Colar.**

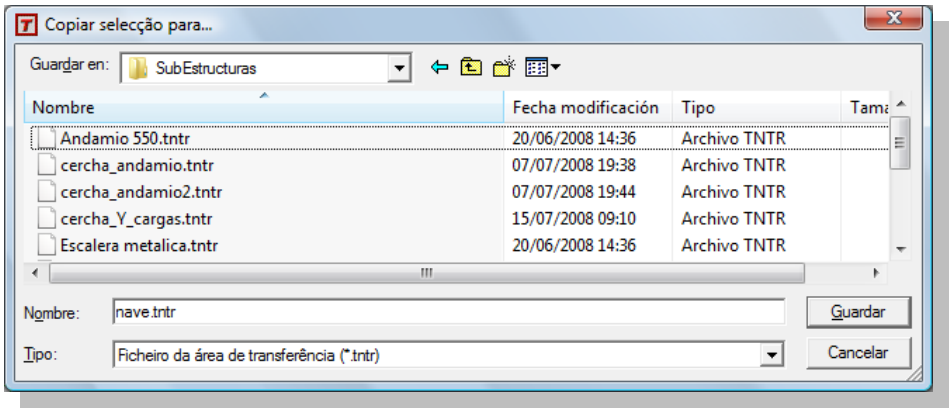
Quando se utilizam as funções **Copiar...** e **Colar...** aplicadas a paredes de contenção, aplicam-se à geometria, dimensões, tipologia, espessura, comprimento de encastramento e dimensões da viga de coroamento, mas não se copiam as constantes do material, estratos, ancoragens, lajes associadas nem fases.

Os elementos copiados para a área de transferência permanecem durante toda a sessão do programa. No momento de abandonar a sessão, o programa pergunta se pretende guardar o seu conteúdo num ficheiro do disco rígido, da mesma forma que se realizaria com a função **Copiar para...**, através da mensagem:


Aviso
Existem elementos na área de transferência que não foram guardados.
Caso encerre o programa sem guardar estes dados ir-se-ão perder.
Pretende guardá-los num ficheiro?
Sí
No

## Copiar para...

Esta função é similar à função **Copiar**: seleccionam-se os elementos e um ponto de inserção. Ao finalizar a função é solicitado um nome para o ficheiro onde se guardam os elementos seleccionados:




Estes ficheiros podem ser inseridos em qualquer estrutura com a função **Colar desde...** Conserva-se a geometria, as acções e o pré-dimensionamento, de barras, muros, fundações e lajes.

## Colar

Ao seleccionar esta função, visualizam-se interactivamente os elementos a colar, devendo indicar-se um ponto da estrutura para a sua inserção. Caso a estrutura actualmente aberta esteja vazia, os elementos que sejam colados, inserem-se na mesma posição absoluta que tinham quando foram copiados. O ponto de inserção pode ser um nó, um vértice de laje ou um ponto da malha.

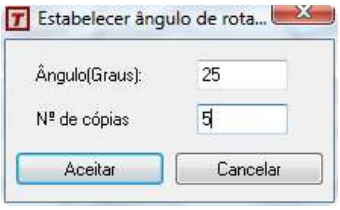
O vínculo entre acções, lajes e superfícies de vento só se mantém se as acções forem copiadas e coladas na mesma operação, que as lajes ou superfícies a que estejam vinculadas.

## Colar+Rodar

O funcionamento desta função é idêntico ao da função **Colar...** Uma vez terminada a fase de colagem de elementos, o programa permite definir uma rotação em redor do eixo Yg. Pode indicar-se o ângulo de rotação de forma analítica:

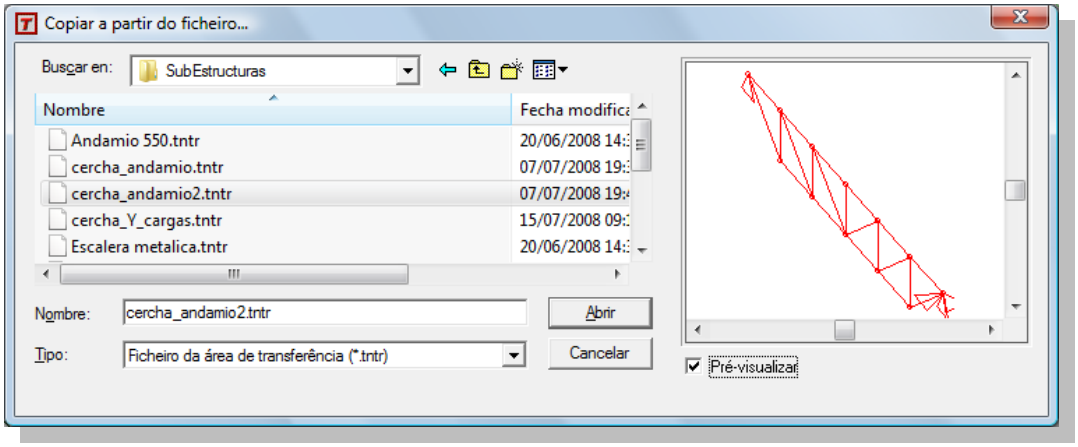
Também pode ser seleccionado graficamente um ponto da estrutura existente, para definir a rotação. A rotação é aplicada aos vectores de direcção das acções.
A função **Colar...** está desactivada quando não existam elementos copiados na área de transferência.

Na caixa de diálogo de "Colar + Girar". Trata-se de **Nº de cópias**, através do qual se indica ao programa o número de cópias que queremos obter. Essas cópias realizam-se em torno do eixo de rotação com um espaçamento entre elas igual ao número de graus indicado no campo "Ângulo (graus)":




## Colar desde...

Esta função permite incorporar na estrutura actualmente aberta os elementos contidos em ficheiros **Copiar para...**. Uma vez seleccionado o ficheiro, o funcionamento é igual à função **Colar...** Importa-se a geometria, as acções e o pré-dimensionamento, de barras, muros, paredes, fundações e lajes.
A opção **Pré-visualizar** permite ver a estrutura que se pretende inserir, antes de ser importada para o programa.



# Capítulo 6

# Acções

**INTRODUÇÃO**

- Neste capítulo explicam-se as funções para a introdução e modificação das acções de uma estrutura, assim como a definição das hipóteses nas quais se aplica cada acção.

**OBJECTIVOS**

- O utilizador ficará a saber introduzir acções, Conhecerá igualmente os critérios utilizados na introdução de acções como, por exemplo, os de combinação das distintas hipóteses de acções. Aprenderá igualmente a realizar correcções em acções já introduzidas.

## Processo de introdução de acções

Uma vez introduzida a geometria da estrutura, ou parte da geometria, é possível introduzir acções actuando sobre os elementos definidos. Para esse efeito utilizam-se as funções existentes no menu **Acções.**

A introdução de acções realiza-se em dois passos:

- **Definição da acção:**

  Com a função **Acções>Definir...,** acede-se a uma caixa de diálogo onde se podem especificar os tipos de acção a introduzir. À direita de cada tipo de acção, existe um botão que dá acesso a outra caixa de diálogo, onde se introduz o valor da acção, o seu vector de actuação e a hipótese.

  À esquerda de cada tipo de acção, existe uma casa de verificação, que permite activar ou desactivar esse tipo de acção. Só se realiza a introdução dos tipos de acções que estiverem activados nesta caixa.

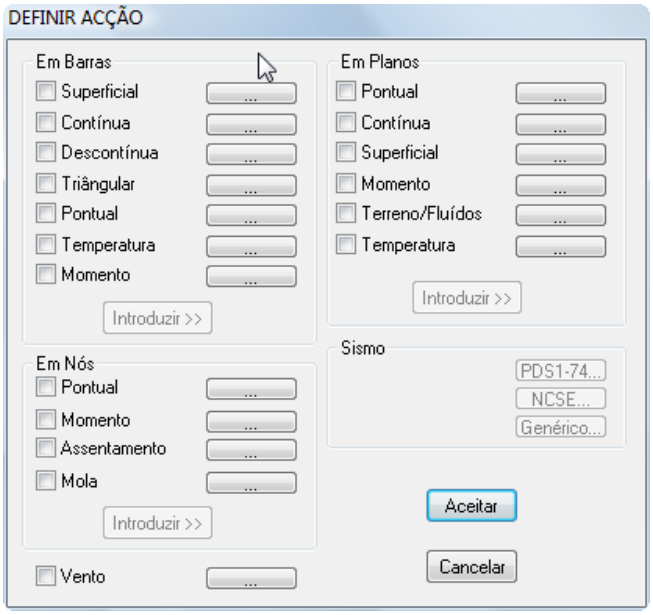
- **Introdução sobre os elementos**

  Com os botões **Introduzir>>** ou com as funções do submenu **Acções>Introduzir,** aplicam-se as acções pretendidas aos elementos da estrutura, através da sua selecção com o rato (barras, nós, paredes, muros, ou planos).

No programa, podem-se definir acções em barras, em nós, em planos (somente para lajes modeladas com grelhas ou paredes modeladas com elementos finitos), acções de vento e de sismo.

Tricalc realiza automaticamente todas as combinações possíveis em função do tipo de acções introduzido e da regulamentação que estiver seleccionada no programa.

Se na caixa de diálogo da função **Acções>Definir...** estão activados vários tipos de acções simultaneamente, estas serão todas introduzidas ao executar a função **Acções>Introduzir.**




## Critérios de combinações de acções

Ao definir-se uma acção, é necessário indicar a hipótese (um valor numérico de 0 a 24) através da qual se define o tipo de acção (permanente, sobrecarga, vento, sismo, etc). Em função do valor da acção e da hipótese, o programa combinará essa acção com as outras acções.

As hipóteses de acção disponíveis são as seguintes:

| Hipóteses | Descrição |
|---|---|
| **Hipótese 0** | Utiliza-se para a definição das acções permanentes, ou seja, aquelas que actuam sempre sobre a estrutura. Nesta hipótese introduzem-se, por exemplo, acções como o peso de revestimentos, paredes divisórias, etc.<br>Se tiver activada a opção **Peso Próprio** dentro da caixa de diálogo da função **Acções>Opções...**, não é necessário introduzir o peso próprio das barras na hipótese 0, já que o programa considera-o automaticamente. O peso próprio das lajes de grelha e das paredes e muros é igualmente adicionado de forma automática. |
| **Hipóteses 1 e 2** | Permitem definir as acções variáveis de sobrecargas não permanentes tais como as de utilização, etc. O programa combina as acções introduzidas nestas duas hipóteses, de forma separada e conjunta, com as introduzidas na hipótese 0 (exemplo 0+1 ; 0+2 ; 0+1+2). |

**Hipóteses 5, 6, 7, 8 e 24 (só para Portugal)**

Se realizar o cálculo das acções sísmicas através de uma análise estática equivalente (RSA), o programa introduz nas hipóteses 5, 6, 7 e 8 acções horizontais segundo duas direcções perpendiculares, nos nós dos pisos definidos.

Se o cálculo se realizar através de uma análise dinâmica tridimensional (RSA) e se activar a opção **Considerar acção sísmica vertical** na caixa de diálogo **OPÇÕES DO SISMO,** além das acções horizontais, introduzem-se acções verticais na hipótese 24 (só activar a opção de sismo vertical em casos muito especiais, pois aumenta exponencialmente o tempo de cálculo).

Tal como para as acções de vento, pode-se activar a opção **Sentido** ± na função **Acções>Opções...**, para considerar os dois sentidos das acções sísmicas.

**Hipóteses 9 e 10** Permitem introduzir outro grupo de sobrecargas similares às anteriores, que se combinarão com as acções permanentes, mas nunca com as sobrecargas das hipóteses 1 e 2. A utilidade deste outro grupo de sobrecargas é poder introduzir diferentes critérios de alternâncias de acções que não se combinem entre si (por exemplo modelar um carregamento em xadrez para as lajes 0+1+2; 0+9+10;).

**Hipóteses 3,4,25 e 26**

São as duas hipóteses de acções de vento e que o programa nunca considera de forma simultânea. Habitualmente define-se a acção do vento segundo 4 direcções perpendiculares. Se deseja considerar as acções de vento nos dois sentidos opostos de cada uma das direcções fixadas nas hipóteses.

**Hipóteses 11 a 20** Este grupo de hipóteses utiliza-se para a introdução de acções variáveis móveis como acções estáticas aplicadas em diferentes pontos de uma estrutura. O programa não realiza combinações destas acções entre si, mas sim com as restantes acções. O caso mais habitual é a modelação de uma grua rolante, na qual a acção da grua pode ser aplicada em distintas posições numa viga, utilizando para cada uma dessas posições uma hipótese de acção, até um máximo de dez. Para que o programa utilize estas acções, nas combinações de acções, é necessário activar cada uma das acções a introduzir na respectiva caixa de diálogo **Acções >Opções>Móveis...**.

**Hipótese 21** Hipótese para acções variáveis de temperatura (só para barras).

**Hipótese 22** Hipótese para acções variáveis de neve.

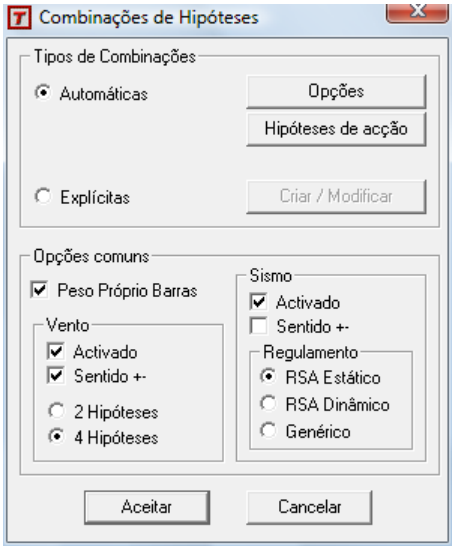
**Hipótese 23** Hipótese para a definição de acções do tipo acidental.

**Hipótese 24** Como se comentou previamente esta hipótese utiliza-se para a acção sísmica vertical.

O programa efectua diferentes combinações de acções com as diferentes hipóteses de acções, aplicando os coeficientes de majoração e de combinação definidos na caixa de diálogo **Acções>Opções....**

O critério das combinações de acções que se realiza está amplamente explicado no **Manual de Instruções do** Tricalc.

# Função *Acções>Opções...*




Esta função dá acesso à caixa de diálogo **OPÇÕES DE ACÇÕES** onde se podem definir os seguintes parâmetros:

| Opção | Descrição |
|---|---|
| **Combinações automáticas** | |
| | As indicadas pela Regulamentação seleccionada. |
| **Combinações explícitas** | |
| | As definidas pelo grupo de combinações seleccionado. |
| **Coef. Segurança** | Permite, seleccionando cada um dos tipos de acção, introduzir e/ou modificar os coeficientes de segurança (de majoração), em função das diferentes hipóteses e dos diferentes materiais das barras. |
| **Coef. Combinação** | Permite, seleccionando cada um dos tipos de acção, introduzir e/ou modificar os coeficientes de combinação, em função das diferentes hipóteses, do tipo de utilização das estruturas e dos diferentes materiais das barras. |
| **Vento** | A opção **Activo** possibilita a introdução das **acções** do vento. A opção **Sentido ±** permite considerar as **acções** aplicadas nos dois sentidos para cada direcção. Assim, uma acção de, por exemplo, 10kN no sentido do eixo X+ para a hipótese 3, passa a ser igualmente aplicada no sentido X-. A actuação da acção segundo os dois sentidos nunca é simultânea. |
| **Sismo** | É semelhante ao anterior, mas aplicado às acções de sismo. As opções **RSA Estático** e **RSA Dinâmico** permitem seleccionar uma ou outra opção de análise sísmica para calcular a estrutura. No caso da opção **RSA Dinâmico** são automaticamente considerados os espectros de resposta do RSA. A opção **Genérico** permite utilizar um espectro de resposta genérico, de entre os que se podem definir através da função **Acções>Espectros de Resposta**. |

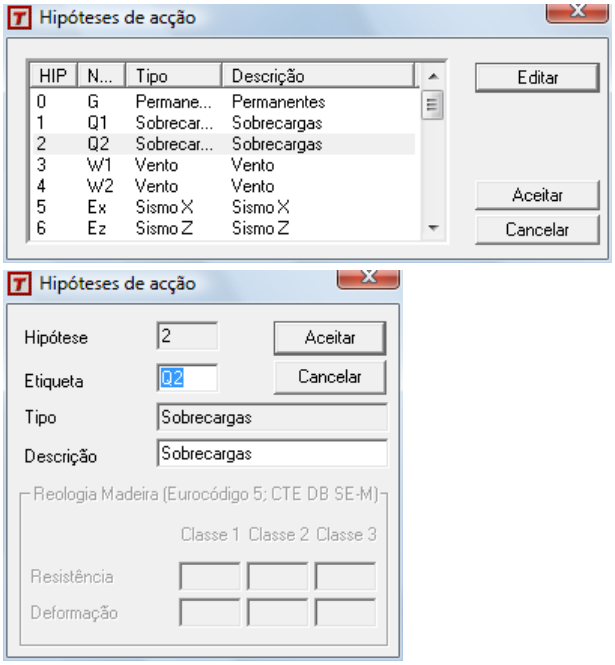
| | |
|---|---|
| **Peso Próprio** | Permite a consideração automática do peso próprio das barras como acção contínua na hipótese 0. O peso próprio das lajes de grelha, paredes, sapatas, maciços e muros é considerado de forma automática pelo programa. |

## Combinações Automáticas

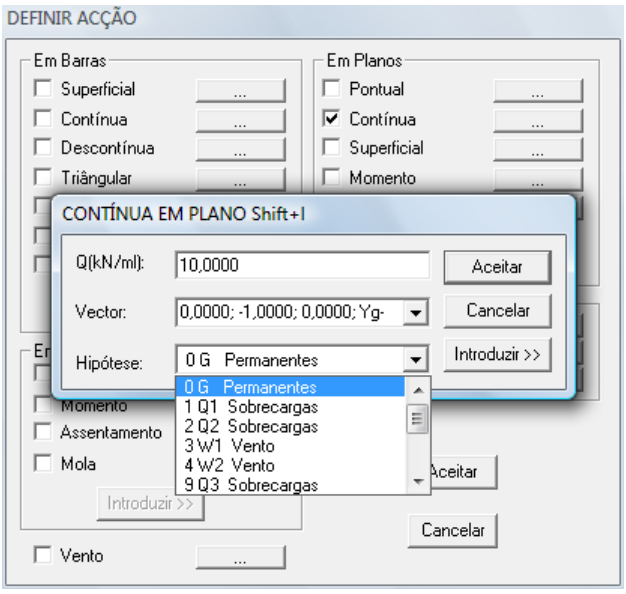
Se as combinações seleccionadas são as automáticas, pode seleccionar o botão **Opções** para definir os coeficientes de majoração e combinação das diversas hipóteses de acção ou o botão **Hipóteses de Acção** para definir os tipos e descrições de todas as hipóteses de acção.

O programa realiza as combinações de hipóteses segundo os critérios estabelecidos correspondentes às diferentes regulamentações previstas pelo programa, obtendo a envolvente das combinações. No processo de atribuição de uma acção a uma hipótese é preciso considerar a forma na qual o programa realiza as combinações.

O programa permite introduzir acções em até 25 hipóteses de acção e se estiver activada a opção **Automáticas** dentro do campo **Tipo de Combinações** realiza automaticamente o número de combinações de hipóteses indicadas na regulamentação seleccionada. Com o botão **Hipóteses de Acção** pode **Editar**, os textos **Tipo** e **Descrição.**




Ao definir uma nova acção, pode seleccionar a hipótese entre as definidas com a função anterior da lista de **Hipóteses:**




## Combinações Explícitas

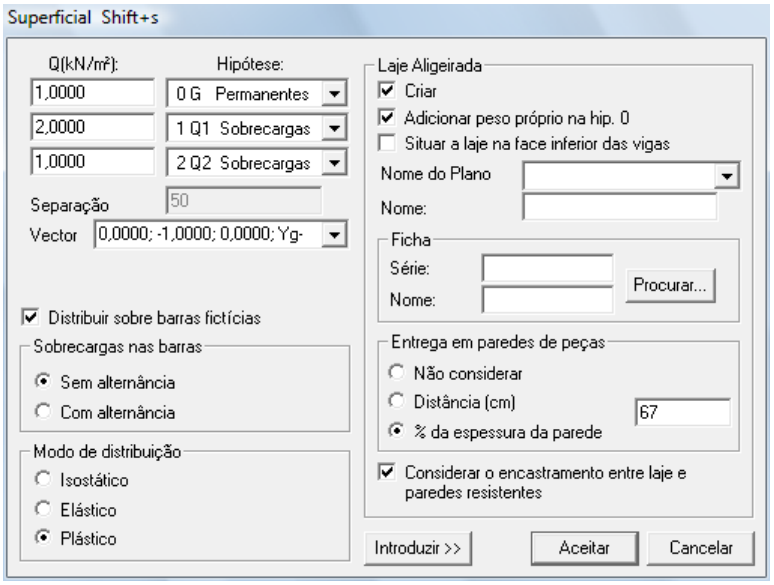
Se as combinações seleccionadas são as explícitas, com o botão **Explícitas>Criar/Modificar** é possível seleccionar, criar ou modificar os grupos de combinações explícitas. Ver **Manual de Instruções**.

## *Acções>Definir...:* Acções em Barras

Dentro da caixa de diálogo da função **Acções>Definir...**, no campo **Em Barras** existem os seguintes tipos de **acções** possíveis de introduzir sobre os elementos do tipo barra:

## Superficial

Esta opção permite definir a acção por unidade de superfície, realizando a distribuição das mesmas às vigas segundo uma só direcção de distribuição. É possível introduzir uma laje aligeirada quando se estão a definir **acções superficiais** sobre barras da estrutura. Para tal, dentro da caixa de diálogo **SUPERFICIAL,** no campo **Laje**, activa-se a opção **Criar** e define-se o nome a atribuir à laje, bem como a ficha da laje a introduzir.




Com a introdução de várias acções superficiais pode-se:

- Ter distintas direcções de lajes dentro de um mesmo plano (ou piso) da estrutura.
- Delimitar aberturas dentro da superfície da laje.
- Definir consolas como superfícies da laje que em alguns segmentos não são coincidentes com o perímetro da estrutura.

Para a introdução de uma acção superficial, tem que definir os seguintes dados:

- O **valor da acção (Q)** em kg/m$^2$ ou kN/m$^2$, assim como a **hipótese** a que pertence. É possível definir até três **acções** em três hipóteses distintas, para que se introduzam de uma só vez.
- A **separação** em cm entre eixos de vigotas. Quando selecciona **Criar laje**, este valor é recuperado pelo programa automaticamente a partir da base de dados, segundo o modelo de laje escolhido. Por outro lado, se não se deseja introduzir uma laje junto com a **acção** superficial, o utilizador deverá definir um valor de separação (fictícia) das acções lineares que modelam a acção superficial (como se fossem vigotas espaçadas de X cm), em função da qual se produzirá a distribuição da **acção**. O valor considerado por defeito é de 50 cm.
- O **vector** de aplicação da **acção**, é geralmente 0,-1,0 (vertical e de cima para baixo).
- A acção superficial que se introduz distribui-se automaticamente entre as barras que a delimitam e integram o interior do seu perímetro. O quadro de **sobrecargas em barras** permite seleccionar se as sobrecargas que se introduzem são consideradas com alternância ou não nessa distribuição.
- Também é possível seleccionar o **método de distribuição** da acção, podendo ser **isostático**, **elástico** ou **plástico**. O método equivalente ao cálculo manual é o isostático.

Se tiver activado o plano de trabalho onde deseja introduzir a acção, uma vez definidos estes dados, pressiona-se o botão **Introduzir>>** ou executa-se a função **Acções>Introduzir>Em Barras**.

Como exemplo, vamos analisar como introduzir numa piso de um edifício, uma acção superficial e simultaneamente uma laje, com uma abertura interior correspondente a uma escada.

Começamos por definir um plano de trabalho horizontal à cota do piso onde se deseja introduzir a acção, através da função **Geometria>Plano>À Cota ….**

Em seguida, marcam-se os pontos (todos os nós) que definem os vértices do polígono da acção superficial, com o botão esquerdo do rato se estes pontos coincidem com nós da estrutura, ou com o botão direito quando se tratarem de pontos da malha. Todos os pontos que definem o polígono indicam-se sequencialmente seguindo o sentido de rotação dos ponteiros do relógio.

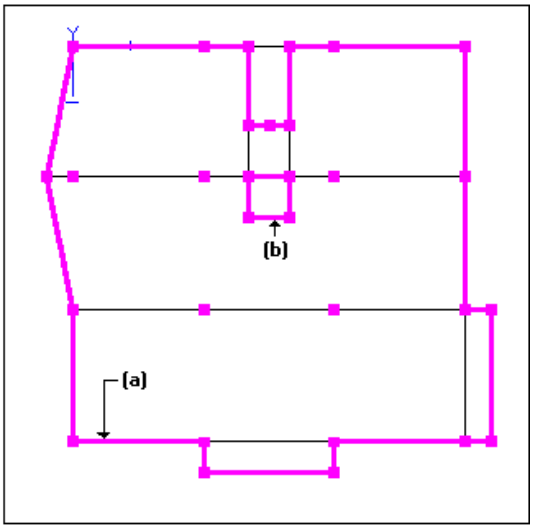



Figura 23: Introdução de acções superficiais. (a)Contorno, (b)abertura.

Uma vez fechado o polígono de laje (todo o contorno está a vermelho), define-se o polígono da zona da abertura, no exemplo uma abertura de uma escada. Para tal, marcam-se todos os pontos (todos os nós) do polígono interior **no sentido inverso** ao utilizado para o perímetro exterior, ou seja no sentido anti-horário. O programa considera como aberturas as zonas indicadas desta maneira.

É conveniente ter presente este critério de modo a evitar equívocos. Assim define-se no sentido horário a área da **acção superficial** e no sentido anti-horário a zona a descontar (aberturas) (Figura 23).

Podem-se indicar várias zonas de aberturas dentro da mesma laje, assim como vários polígonos da **acção superficial**, sendo no entanto estes sempre disjuntos.

Uma vez finalizada a definição de todos os polígonos da área da **acção superficial**, pressiona-se o ícone **Abandonar função em curso** ou a tecla **Esc**. Desta forma indica-se ao programa que se terminou de assinalar os pontos que definem o contorno da laje.

Depois de executar o descrito no parágrafo anterior, aparecerá no canto inferior direito do ecrã (caso tenha a opção activada na janela de ajuda em **Ajudas>Janela Ajuda**) a mensagem de **Definir Direcção** e então deverá assinalar dois nós da estrutura (botão esquerdo), ou dois pontos da malha (botão direito), ou uma combinação entre estas duas possibilidades, que definirão a direcção de distribuição, ou direcção das vigotas da laje. O sentido do vector que se define ao seleccionarem-se os dois pontos é indiferente, o programa só tem em consideração a direcção definida por esses pontos.

Após a selecção do segundo ponto, o programa desenha no ecrã as linhas correspondentes às vigotas com a separação entre eixos fixada, e pergunta se pretende distribuir a **acção superficial** sobre as respectivas vigas (no caso de lajes de vigotas introduzidas após já termos definido manualmente as reacções da laje sobre as vigas, poderá não ter interesse aceitar esta opção). Se tiver activada a opção

de desenhar acções em **Acções>Desenhar Acções** visualiza-se a representação gráfica de todas as acções até então introduzidas. Se tiver activada a opção **Geometria>Lajes aligeiradas>Desenhar vigotas** poderá visualizar as linhas que identificam os eixos das vigotas.

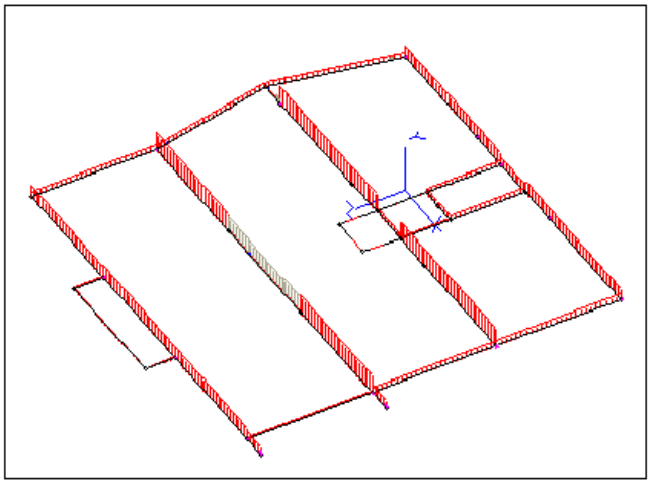
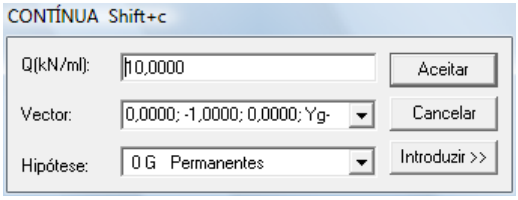


Figura 24: Representação gráfica das acções sobre as vigas do contorno.

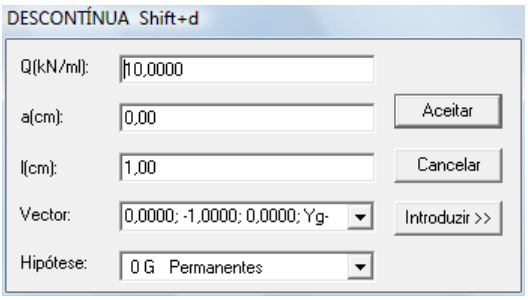
## Contínua

Esta opção permite definir **acções** uniformemente distribuídas em todo o comprimento da barra. Os dados necessários para definir a **acção** são: o **valor da acção (Q)** em kg/m ou kN/m, o **vector** de aplicação (geralmente **0,-1,0** para **acções** gravíticas) e a **hipótese** da **acção**.



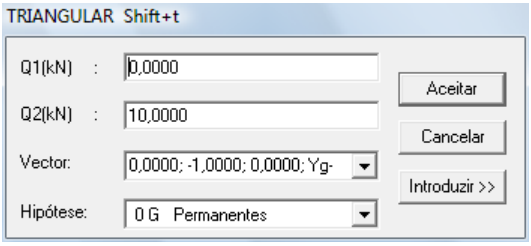

## Descontínua

Esta opção permite definir acções uniformemente distribuídas num determinado segmento da barra. Os dados necessários para definir a **acção** são: o **valor da acção (Q)** em kg/m ou kN/m, a **distância (a)** desde o nó inicial da barra até ao começo do segmento de aplicação da **acção**, o **comprimento (l)** deste segmento, o **vector** de aplicação e a **hipótese** da **acção**. Tricalc interpreta como nó inicial de uma barra, aquele que tiver a menor numeração dos dois que delimitam a barra.



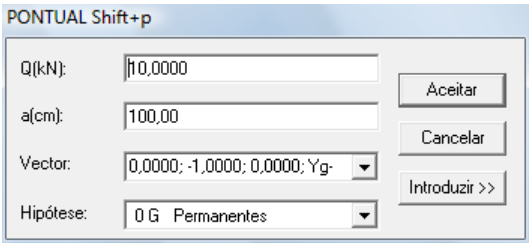

## Triangular

Esta opção permite definir acções de valor variável aplicadas em toda a barra. É obrigatório que o valor num dos seus extremos seja zero. Portanto, se deseja introduzir uma acção trapezoidal, tem que a decompor numa acção contínua e numa outra acção triangular. Os dados necessários para definir esta **acção** são: os **valores da acção (Q1 e Q2)** em kg ou kN, um dos quais tem de ser necessariamente zero (**Q1** diz respeito ao nó de menor numeração e **Q2** ao nó de maior numeração da barra), o **vector** de aplicação e a **hipótese** da **acção**.




## Pontual

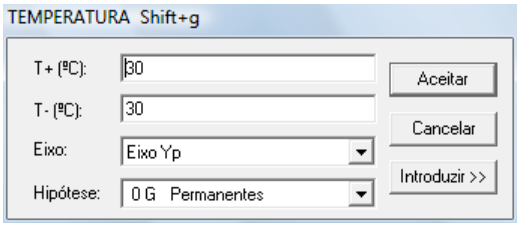
Esta opção permite definir uma acção pontual aplicada num ponto da barra. Os dados necessários para defini-la são: o **valor da acção (Q)** em kg ou kN, a **distância (a)** desde o nó de menor numeração da barra à acção pontual, o **vector** de aplicação e a **hipótese** da **acção**.




## Temperatura

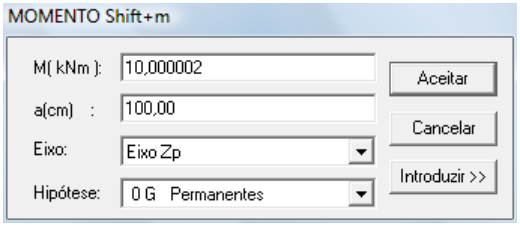
Esta opção permite definir uma variação de temperatura entre duas faces opostas de uma barra. Geralmente produzem-se alongamentos ou encurtamentos, mas no caso da variação de temperatura ser distinta em cada face, produzir-se-ão também rotações. Os dados necessários para definir a **acção** são: o valor da **variação de temperatura** em cada uma das faces, o **eixo** da barra em que esta se produz e a

**hipótese** 22 da acção. No campo **Eixo** podem-se introduzir os valores 0, 1 ou 2, que equivalem, respectivamente, aos eixos locais $X_L$, $Y_L$ e $Z_L$ da barra.




## Momento

Esta opção permite definir um momento em qualquer dos eixos locais da barra, aplicado num ponto qualquer desta. Os dados necessários para definir a acção são: o **valor do momento (M)** em kg·cm ou kN·m, a **distância (a)** desde o nó de menor numeração da barra, o **eixo** ao redor do qual se produz o momento e a **hipótese** da acção.



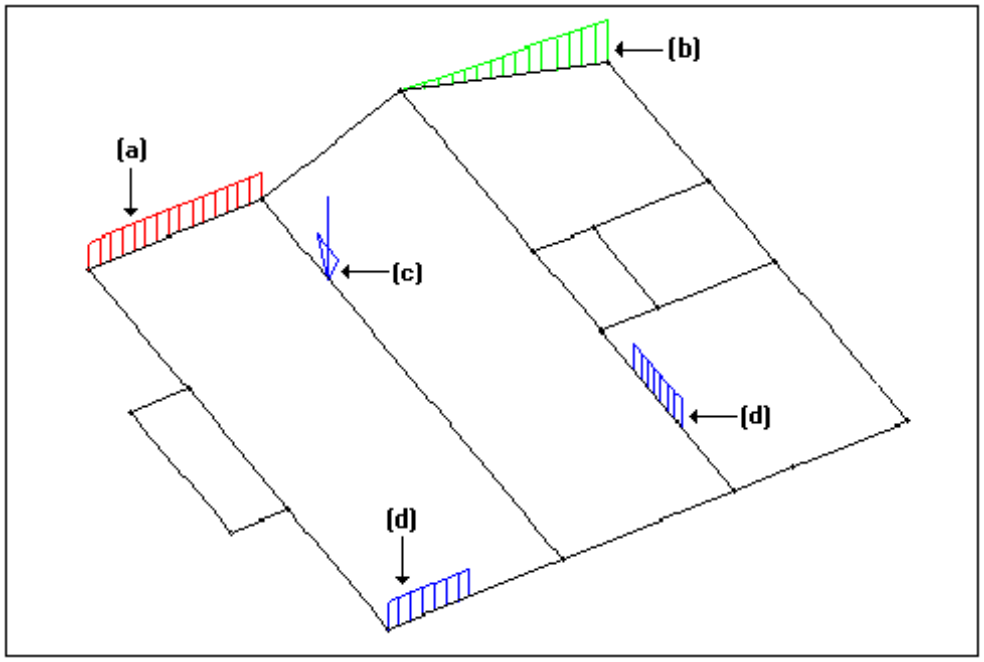



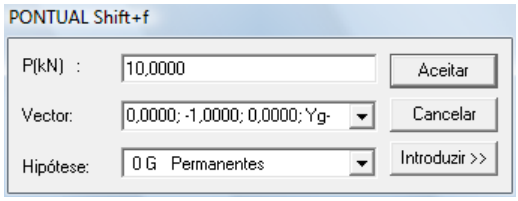

Figura 25: Tipos de acções em barras.(a)Contínua, (b)triangular, (c)pontual, (d)descontínua.

# *Acções>Definir...:* Acções em Nós

Dentro da caixa de diálogo da função **Acções>Definir...**, no campo **Em Nós** existem os seguintes tipos de **acções**:

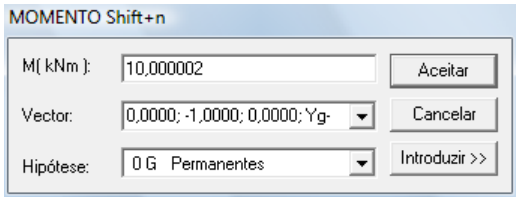
## Pontual

Esta opção permite definir uma acção pontual aplicada directamente sobre um nó. Os dados necessários para a definir são: o **valor da acção (P)** em kg ou kN, o **vector** de aplicação e a **hipótese** da **acção**.



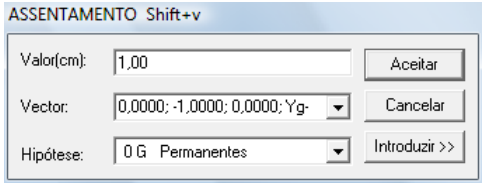

## Momento

Esta opção permite definir um momento aplicado num nó. Os dados necessários para definir a **acção** são: o **valor do momento (M)** em kg·cm ou kN·m, o **vector** de aplicação do momento, referido aos eixos gerais, e a **hipótese** da **acção**.




## Assentamento

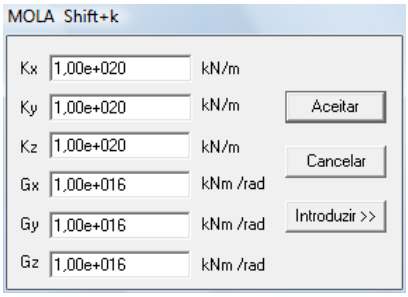
Esta opção permite definir um assentamento/deslocamento de um nó relativamente aos eixos gerais. Os dados necessários para definir a **acção** são: o **valor** do assentamento em cm, o **vector** segundo o qual se produz e a **hipótese** em que se devem de considerar os seus efeitos.




## Mola

Esta opção permite definir um apoio elástico num nó. Os dados necessários para se definir são as constantes de rigidez ao deslocamento ($K_X$, $K_Y$ e $K_Z$) e à rotação ($G_X$, $G_Y$ e $G_Z$) da mola, em relação aos

eixos gerais. Estes valores são introduzidos como acções em nós, pelo que para os modificar deverá utilizar a função **Acções>Modificar>Em nós** e clicar no nó pretendido.



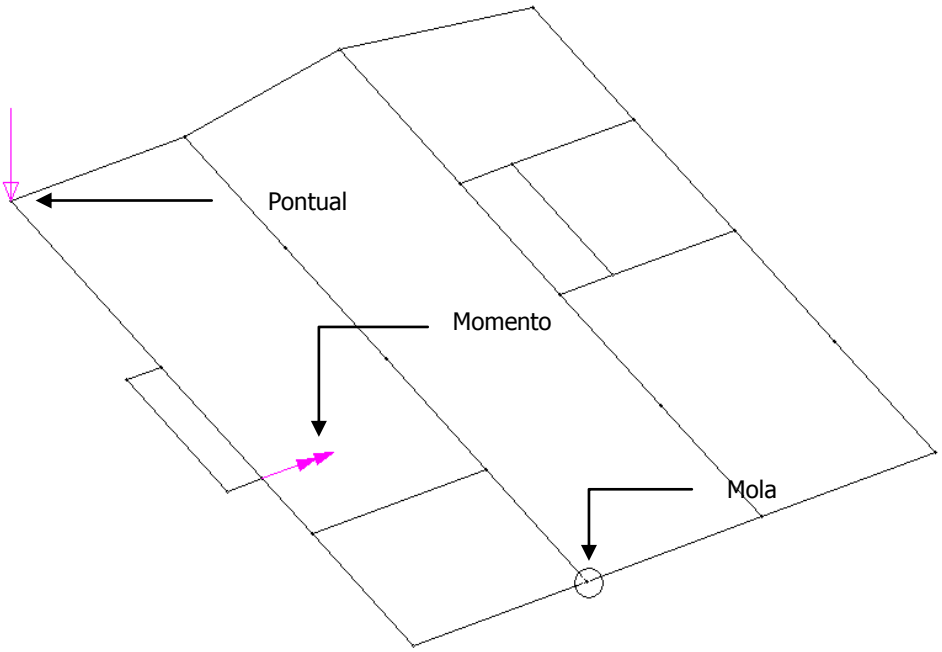



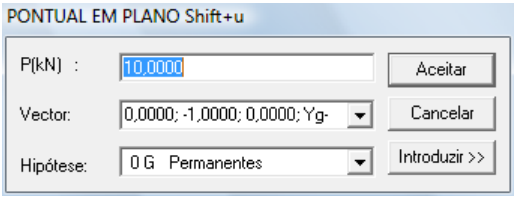

Figura 26: Tipos de acções em nós. (a)Pontual, (b)momento, (c)mola

## Acções>Definir...: Acções em Planos

Dentro da caixa de diálogo da função **Acções>Definir...**, no campo **Em Planos** estão os tipos de acções que só são aplicáveis em planos onde se encontrem previamente definidas lajes fungiformes aligeiradas ou lajes maciças (ou seja lajes de grelha). O programa distribuirá de forma automática todas as **acções** introduzidas neste grupo, como acções pontuais aplicadas nos nós da grelha da laje. Existem os seguintes tipos de acções:

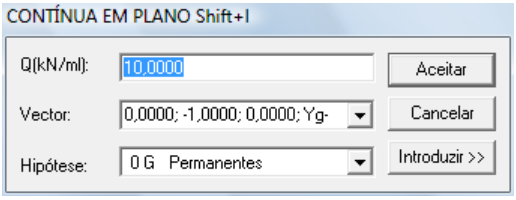
## Pontual

Esta opção permite definir uma acção pontual aplicada em qualquer posição de uma laje fungiforme aligeirada ou laje maciça. Os dados necessários para definir a **acção** são: o **valor da acção (P)** em kg ou kN, o **vector** de aplicação e a **hipótese** da **acção**.



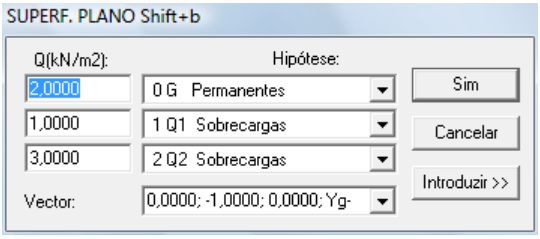

## Contínua

Esta opção permite definir uma **acção** contínua segundo qualquer segmento incluído no plano de uma laje fungiforme aligeirada ou laje maciça. Os dados necessários para definir a **acção** são: o **valor da acção (Q)** em kg/m ou kN/m, o **vector** de aplicação e a **hipótese** da **acção**.



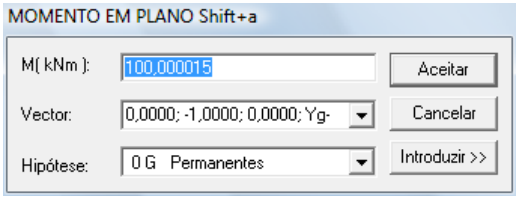

## Superficial

Esta opção permite definir uma acção superficial a aplicar numa área qualquer, de uma laje fungiforme aligeirada ou laje maciça. Os dados necessários para definir a acção são: o **valor da acção (Q)** em kg/m² ou kN/m², o **vector** de aplicação e a **hipótese** da **acção**. É possível introduzir simultaneamente até três **acções** em três hipóteses distintas de cada vez.



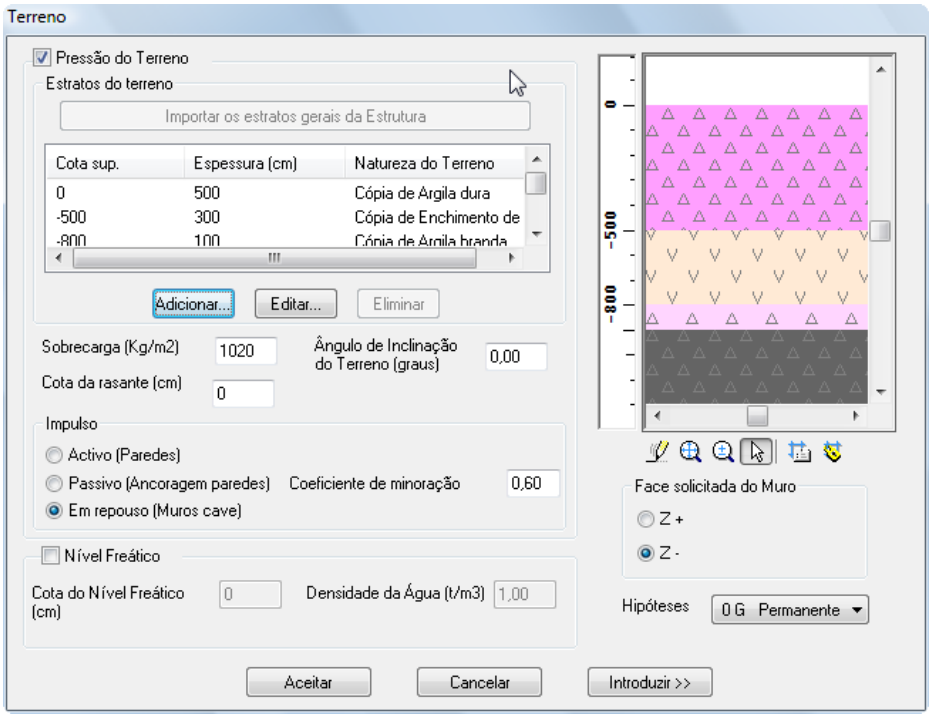

## Momento

Esta opção permite definir um momento aplicado em qualquer ponto de uma laje fungiforme aligeirada ou laje maciça. Os dados necessários para definir a **acção** são: o **valor do momento (M)** em kg·cm ou kN·m, o **vector** de aplicação e a **hipótese** da **acção**.




## Terreno/Fluidos

Esta opção permite definir um impulso de terras e/ou hidrostático aplicado em qualquer parede resistente. Para a introdução da pressão do terreno deverá seleccionar-se o tipo de terreno (ou introduzir-se as suas características, indicar de que tipo de impulso se trata (activo, passivo ou em repouso). Para a introdução da pressão hidrostática deverá introduzir-se a densidade do fluído e a cota superior do impulso hidrostático (coordenadas gerais). Finalmente teremos de indicar ao programa qual a face da parede solicitada (poderá activar a visualização dos eixos da parede) e qual o tipo de acção (permanente, sobrecarga, etc;).



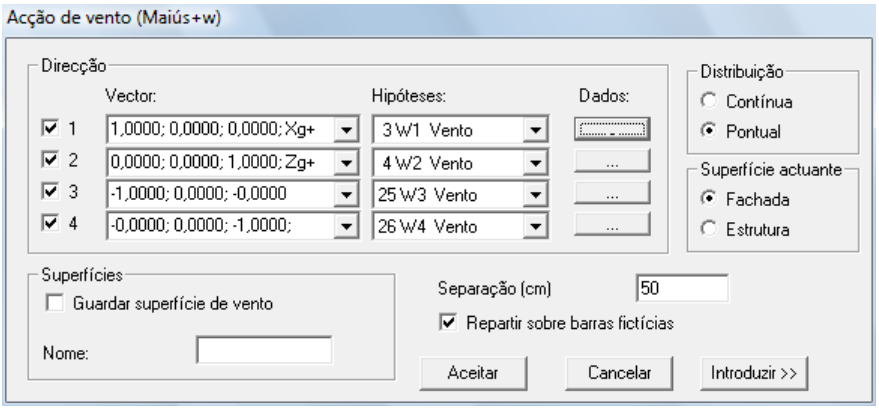

## Acção do Vento

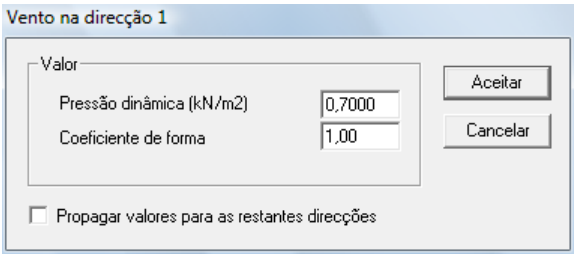
Tricalc permite introduzir o vento como uma acção superficial, discretizando-a em acções pontuais aplicadas nos nós ou em acções contínuas (uniformemente distribuídas) aplicadas nas barras. Para introduzir a acção do vento segundo uma determinada direcção, primeiro aplica-se a componente relativa à pressão sobre todos os planos (fachadas) da estrutura onde exista este tipo de acção nessa direcção e, posteriormente, repete-se o processo para os planos onde exista sucção.

Para introduzir **acções** de vento, tem que activar-se previamente a opção **Vento Activo** na caixa de diálogo da função **Acções>Opções...**.

A função **Acções>Direcções Vento** permite definir graficamente os vectores que determinam duas direcções perpendiculares de vento, e seus sentidos. Para tal, tem que se activar previamente um plano de trabalho.

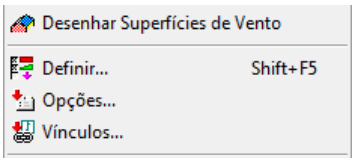
Na função **Acções>Definir...**, dentro da caixa de diálogo da opção **Vento** encontram-se os dados necessários para definir a **acção** de vento, que são os seguintes:




- O valor da pressão dinâmica em kg/m$^2$ ou kN/m$^2$
- Um factor multiplicativo a aplicar sobre a pressão dinâmica, denominado como coeficiente de forma.
- O vector de aplicação: É possível defini-lo numericamente nesta caixa de diálogo ou graficamente através da função **Acções>Direcções Vento.**
- A hipótese da acção.
- O tipo de divisão: Pode escolher que as acções superficiais sejam distribuídas automaticamente como acções contínuas (em barras) ou como acções pontuais (em nós).
- A superfície actuante da acção, que pode ser sobre fachada (parede fechada) ou só sobre a estrutura (directamente sobre as barras da estrutura – postes de alta tensão por exemplo).
- **Separação** em cm, é a distância que separa as linhas virtuais em que se divide a fachada para a distribuição da acção de vento, de forma similar à separação de vigotas na acção superficial de uma laje.
- No grupo **Superfícies** encontra-se a possibilidade de guardar todos os dados de cada acção num grupo de dados denominada superfície, da qual se

define o seu nome. Utilizando esta opção pode modificar as propriedades de cada superfície e recalcular automaticamente as novas acções de vento que se gerem, através da função **Acções>Vínculos...** A função **Acções>Desenhar Superfícies de vento** permite ver no ecrã as superfícies criadas na estrutura.




Para além desta possibilidade de introdução de acções de vento como acções superficiais, também é possível introduzir acções directamente sobre cada barra ou cada nó, utilizando as hipóteses 3, 4, 25 e 26, como acção em barras e/ou acções em nós.

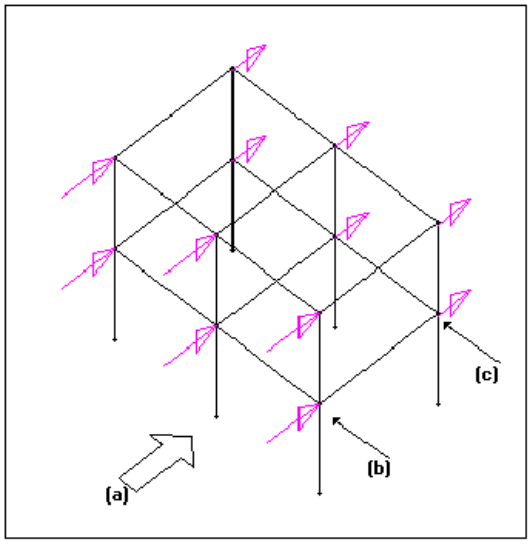



Figura 27: Acção do vento com distribuição pontual em estrutura. (a)Vector de direcção, (b, c)Planos

Além desta possibilidade de introdução da acção do vento como acção superficial, também é possível introduzir acções directamente sobre cada barra ou cada nó, utilizando as hipóteses 3 e 4, reservadas no Tricalc para a acção do vento.

Recorda-se que as hipóteses 3 e 4 indicam duas direcções de vento diferentes e não simultâneas, simulando assim o vento numa direcção e o vento na perpendicular.

Como exemplo, vamos introduzir uma acção do vento nas barras (pilares) de uma fachada, mediante a divisão automática efectuada pelo programa. O procedimento é muito similar ao explicado para a introdução de acções superficiais em barras.

Primeiro, temos de introduzir os dados relativos à acção do vento através da função **Acções>Definir...,** na opção **Vento**: O vector de direcção pode ser seleccionada directamente na caixa de diálogo se tiver uma direcção segundo os eixos gerais (por exemplo 1,0,0 para a direcção positiva do eixo OX) ou de forma gráfica, segundo o procedimento já explicado. Se indicar as direcções de forma gráfica, as coordenadas dos vectores aparecem automaticamente definidas na caixa de diálogo da acção do vento.

Tal como sucede com as acções superficiais em barra, temos de activar o plano onde se vai aplicar a acção, neste caso, o plano da fachada. A definição do plano pode realizar-se com três nós ou como plano paralelo aos planos principais XY ou ZY, ou pode-se ainda utilizar a função pré-definir.

Assim no nosso exemplo devemos começar por consultar o RSA de modo a determinar o valor da pressão dinâmica a utilizar na fachada perpendicular à acção do vento e sujeita a pressões. O valor determinado deve ser introduzido no campo **Pressão dinâmica**.

O campo **Coeficiente de forma** permite a introdução de um factor multiplicativo sobre a pressão dinâmica, sendo normalmente utilizado o valor 1,0 de modo a manter inalterado o valor da pressão dinâmica introduzido.

Passaremos então a adoptar uma direcção de vento para introduzir as nossas acções devidas ao vento no nosso edifício. No nosso exemplo vamos assumir que estamos a considerar o vento a actuar segundo a direcção X com sentido positivo, associando-lhe a hipótese de acção 3. Segundo o RSA um vento deste tipo irá provocar pressões na primeira fachada perpendicular à direcção do vento, e sucções nas restantes fachadas da envolvente. São as acções devidas ao vento e que provocam estas pressões e sucções nas fachadas da envolvente do edifício que iremos introduzir de seguida.

Para se introduzirem as acções devidas ao vento e que provocam pressões e sucções nas fachadas da envolvente do edifício, vamos escolher uma direcção de actuação dessas acções devidas ao vento (geralmente será perpendicular às fachadas e com o sentido definido de modo a provocar o efeito pretendido – pressão ou sucção). Por exemplo para a primeira fachada no plano ZY se definirmos o sentido das acções provocadas pelo vento como sendo segundo X+ obtemos pressões e se definirmos o vento segundo X- obteremos sucções. No nosso caso o que pretendemos obter são pressões sobre as barras pelo que utilizaremos o sentido X+.

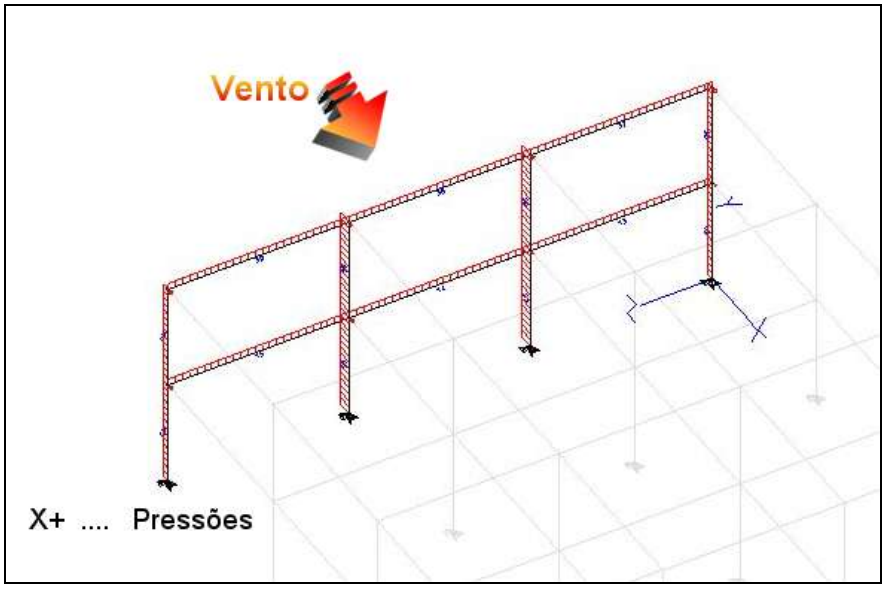



Figura 28: Acção do vento com distribuição contínua em fachada.

## Pressão em fachada.

Após a definição dos parâmetros estar concluída só temos de introduzir as acções devidas ao vento na fachada. Assim, começamos por seleccionar o perímetro da fachada através da selecção dos nós que definem esse mesmo perímetro, com o botão esquerdo do rato. Após termos regressado ao nó inicial teremos todo o perímetro assinalado, podendo então pressionar-se a tecla **Esc** e clicar em dois nós que definam a horizontal, caso se queira repercutir as acções sobre os pilares, ou em nós que definam a vertical, caso se queira repercutir a acção sobre as vigas ou lajes.

Devemos introduzir, conforme indica o RSA, as sucções correspondentes nas restantes fachadas para a mesma hipótese de acção 3, (para esse efeito teremos de redefinir o plano de trabalho para o plano da nova fachada onde se irá introduzir as acções devidas ao vento, definir um novo valor de pressão dinâmica e reconfigurarmos a direcção e sentido destas acções).

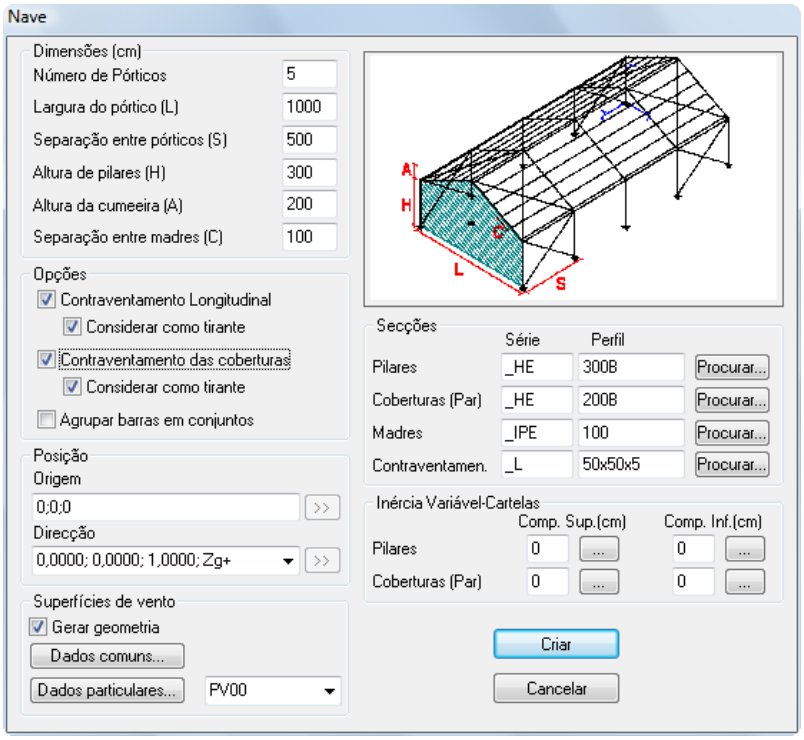
Como podemos ver o procedimento para assinalar os pontos, a direcção, etc. é idêntico ao seguido para a introdução das acções superficiais. Quando se assinalam todos os pontos que definem o perímetro do polígono da acção e seguidamente o programa indica para se definir a direcção (neste caso a definição de direcção não tem nenhum sentido construtivo) marcam-se dois pontos que definam a **direcção de distribuição da acção** do vento.

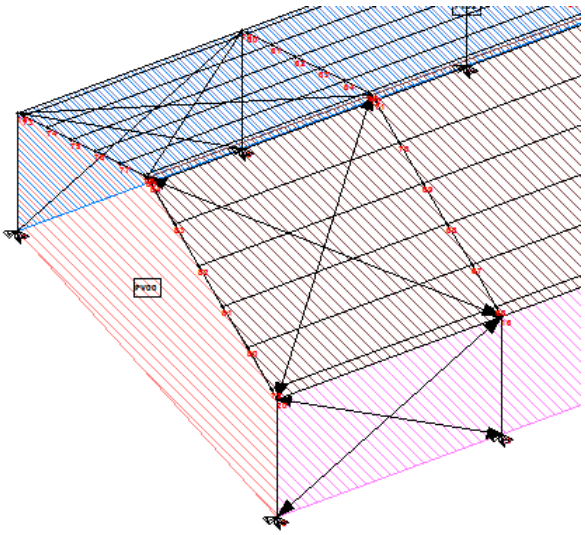
No caso de termos uma estrutura sem enchimento entre as suas barras, teremos de considerar uma distribuição em **Estrutura** em vez de **Fachada** (por exemplo as torres de alta tensão).

No caso de **Estrutura** basta seleccionar com uma janela as barras a estarem sujeitas à acção do vento, não sendo portanto necessário definir o perímetro da fachada nem a direcção de distribuição das acções.

## Vento automático em naves

A função **Geometria>Nave...** permite criar automaticamente as acções de vento sobre a nave, criando todas as suas superfícies de vento, correspondentes às 4 fachadas laterais e as 2 águas da cobertura inclinada. Sugere-se a consulta do **Manual de Instruções**.

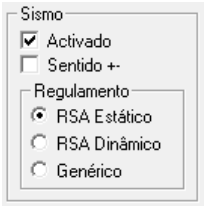




Superfícies de vento nas fachadas de uma nave como consequência da definição de acções de vento

## Acção do Sismo

Tricalc realiza o cálculo automático das acções sísmicas segundo os critérios da regulamentação portuguesa RSA (Estático ou Dinâmico). Pode-se também optar por definir outros regulamentos em **Ficheiro>Preferências...** . O utilizador deve definir o método de análise sísmica a utilizar pelo programa na caixa de diálogo da função **Acções>Opções...**. Para poder definir as acções sísmicas, tem que estar activada a opção **Sismo Activo** nessa caixa.




## Segundo o Método Estático

Os dados necessários para definir a acção do sismo através de uma análise estática equivalente são: o tipo de **estrutura, a zona sísmica**, a **natureza do terreno**, seleccionar as **cotas dos pisos** onde vão actuar as forças sísmicas, a **cota do solo** e a **altura do edifício**. Os campos referentes à **Direcção 1** e **Direcção 2** (as hipóteses do sismo - 5, 7 e 6, 8, as dimensões do edifício e a frequência própria) apesar de todos eles se poderem alterar manualmente, são admitidos e calculados pelo programa automaticamente em funções dos dados introduzidos.

É importante assinalar que as acções sísmicas são calculadas e aplicadas automaticamente pelo programa**, exclusivamente nos nós pertencentes às cotas dos pisos definidos nesta caixa de diálogo**. O seu valor obtém-se em função da geometria e considerando as acções previamente introduzidas na estrutura. Portanto, as acções sísmicas devem-se introduzir posteriormente à total

definição da geometria, ao total pré-dimensionamento das barras, à total introdução de outras acções e também posteriormente à introdução de todas as lajes.

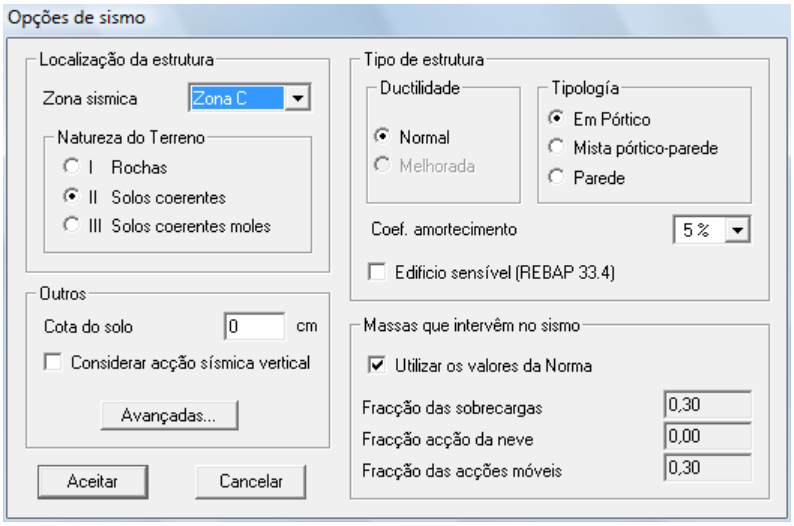
A função **Acções>Direcções Sismo** só é válida para as normas de Espanha.

## Segundo o Método Dinâmico

Os dados necessários para definir a acção do sismo mediante uma análise dinâmica tridimensional são: **a zona sísmica**, a **natureza do terreno**, a **tipologia**, a **cota do solo,** o **coeficiente de amortização,** e a consideração ou não, da **acção sísmica vertical e da verificação do Artº 33.4 do REBAP.**

A opção **Considerar acção sísmica vertical** só deve ser activada no caso estruturas onde ocorram casos de não continuidade na transmissão vertical de acções com elevados valores até à fundação, tais como pilares extremamente carregados apoiados em vigas ou lajes, de acordo com o RSA. A activação desta opção implica um aumento bastante substancial do tempo de cálculo das acções sísmicas.

Uma vez definidas as opções de cálculo sísmico, assim como a geometria, as secções e as acções, solicita-se o cálculo das acções sísmicas, através da função **Acções>Int. Acções Sísmicas.**




Se na caixa de diálogo da função **Cálculo>Esforços>Opções...** estiver activada a opção **Indeformabilidade de lajes horizontais no seu plano**, as acções sísmicas aplicam-se sobre o centro de massa de cada **grupo (laje ou conjunto de lajes adjacentes).** Se esta opção está desactivada (ou não se introduziu nenhuma laje), as acções sísmicas aplicam-se sobre todos os nós da estrutura (excluindo todos os nós que estão ao nível da cota do solo e em cotas inferiores a esta).

Tricalc permite obter uma listagem com os primeiros trinta períodos e frequências de vibração da estrutura, caso existam, ordenados ascendentemente em relação aos modos de vibração e em cada direcção, com a função **Resultados>Listagens>Sismo** (Figura 29).

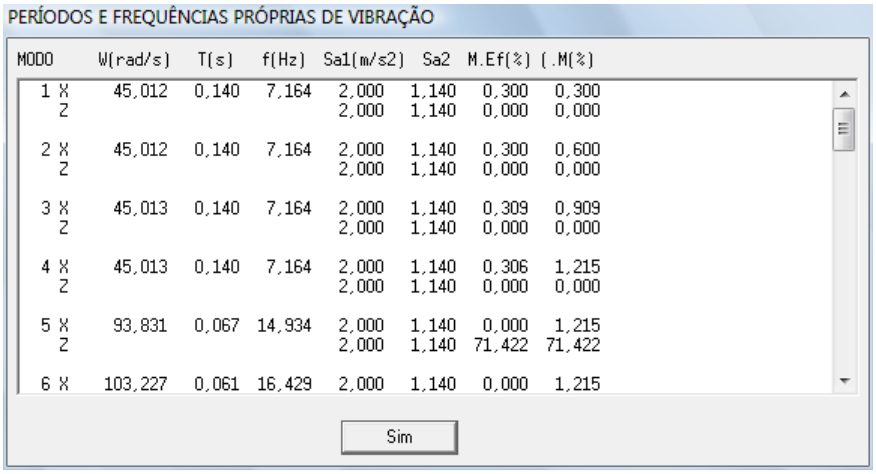



Figura 29: Listagem dos modos de vibração.

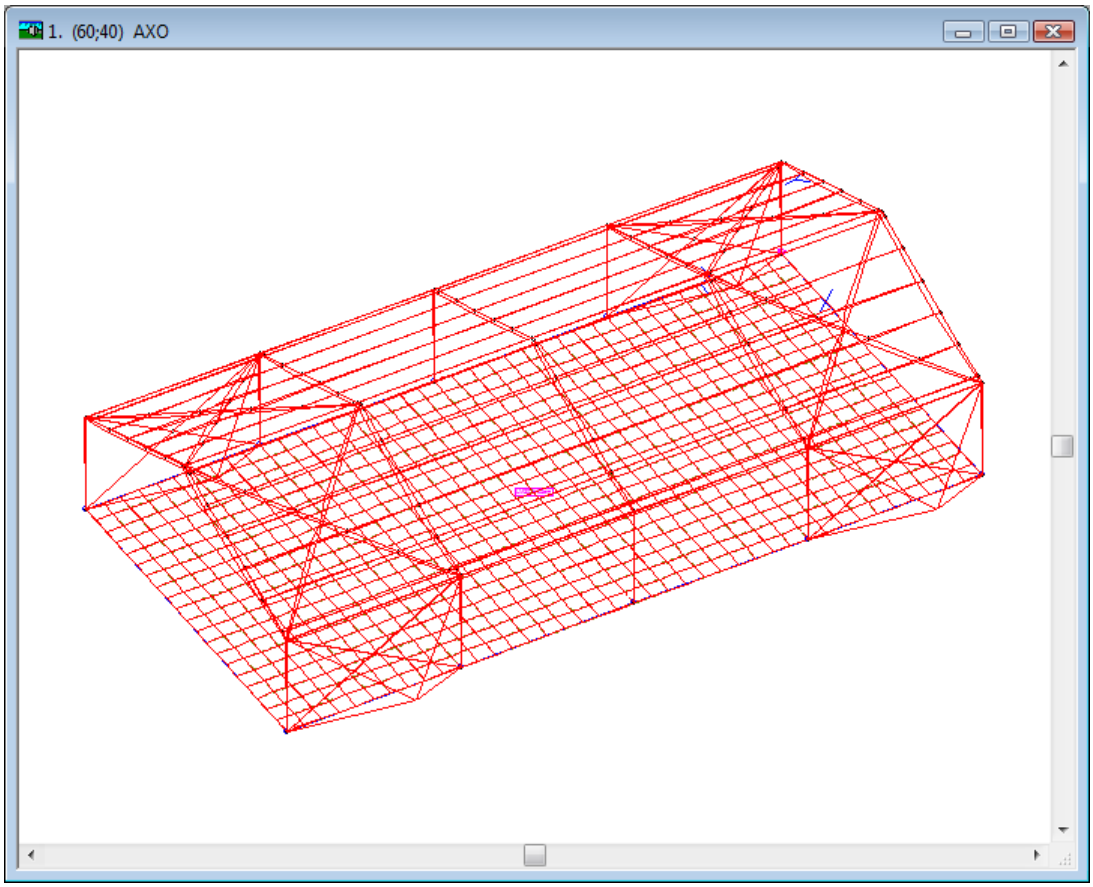
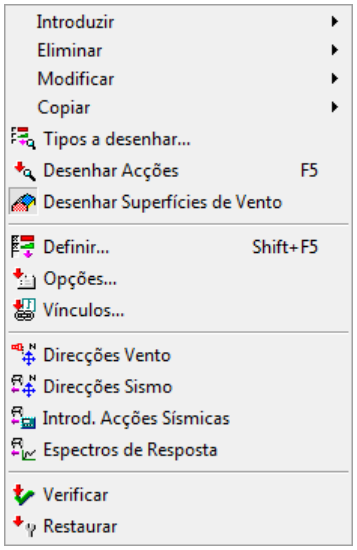



Figura 30: Gráfico de um modo de vibração.

Também se pode solicitar a representação gráfica dos cinco primeiros modos de vibração em cada direcção, com a função **Resultados>Gráficos>Modos de Vibração** (Figura 30), ou a criação de um vídeo com o comportamento da estrutura ao sismo com a função **Resultados>Gráficos>Criar animação.** O vídeo é gerado no formato AVI.

# Outras funções do menu *Acções*




- **...>Introduzir>Em Barras**, **...>Em Nós** e **...>Em Plano** e **...>Em laje aligeirada-cofragem perfilada**:

  Estas funções permitem introduzir as acções, de forma gráfica, em barras, em nós, em lajes aligeiradas (continuas e transversais), assim como em planos de lajes maciças ou fungiformes aligeiradas e fundação (estas últimas só quando já existirem nos planos uma laje de grelha ou uma parede resistente).

  Para que se possam introduzir, tem de estar previamente definida e seleccionada a acção correspondente na caixa de diálogo da função **Acções>Definir...**.

Há dois tipos de acções que se podem introduzir em lajes aligeiradas:

| | |
|---|---|
| **Acções Contínuas...** | Esta função permite a introdução de uma acção contínua num lado do polígono da laje. Estas acções introduzem-se sobre o plano de desenho (modo 2D), devendo-se recalcular a laje ao finalizar a sua introdução. |
| **Acções Transversais...** | Esta função permite a introdução, sobre um plano de desenho (modo 2D) de laje, uma acção contínua na direcção transversal das vigotas. Para isso, deve definir o valor da acção e da hipótese e introduzi-la graficamente marcando os pontos que indiquem o início e final da linha de acção. |

As acções definidas com as duas funções anteriores utilizam-se para recalcular a armadura da laje em que se introduzam.

- **...>Eliminar>Todas>Em Barras , ...>Em Nós e ...>Em Plano...:**

  Estas funções permitem eliminar todas as acções que estejam nos nós, nas barras ou nos planos que se seleccionem.

- **...>Eliminar>Individual>Em Barras , ...>Em Nós e ...>Em Plano...:**

Estas funções permitem eliminar cada uma das acções introduzidas. Ao seleccionar uma barra, nó ou plano, aparece uma listagem com todas as acções aí introduzidas, que podem ser eliminadas individualmente.

- **...>Eliminar>Por Tipos...:**

Esta função permite eliminar todas as acções do tipo ou tipos escolhidos, na barra, nó ou plano que se seleccione.

- **...>Modificar>Em Barras , ...>Em Nós e ...>Em Plano...:**

Apresentam uma listagem no ecrã com as acções introduzidas nos nós, barras ou planos que se seleccionem, permitindo a sua alteração.

- **...>Copiar>Entre Barras , ...>Entre Nós e ...>Entre Planos...:**

Permite copiar as acções existentes em determinada barra ou barras para outras, entre vários nós e entre planos.

- **...>Tipos a desenhar...:**

Esta função permite definir os tipos de acção a representar graficamente na estrutura, com objectivo de se poder visualizar por separado os distintos tipos de acções. Por defeito, representam-se todas as acções excepto as do sismo.

- **...>Desenhar Acções e ...>Desenhar Superfícies:**

Esta função activa ou desactiva a representação gráfica das acções e das superfícies de vento. Só se representam as acções definidas na função **...>Tipos a desenhar...**.

- **...>Direcções Vento e ...>Direcções Sismo:**

Estas funções permitem definir as direcções destes dois tipos de acção, de uma forma gráfica (veja o ponto 8 do presente capítulo).

- **...>Int. Acções Sísmicas:**

Esta função calcula automaticamente as acções sísmicas, quer estáticas quer dinâmicas, em função da regulamentação escolhida e das características da estrutura (veja o ponto 8).

- **...>Verificar:**

Esta função efectua uma verificação das acções introduzidas.

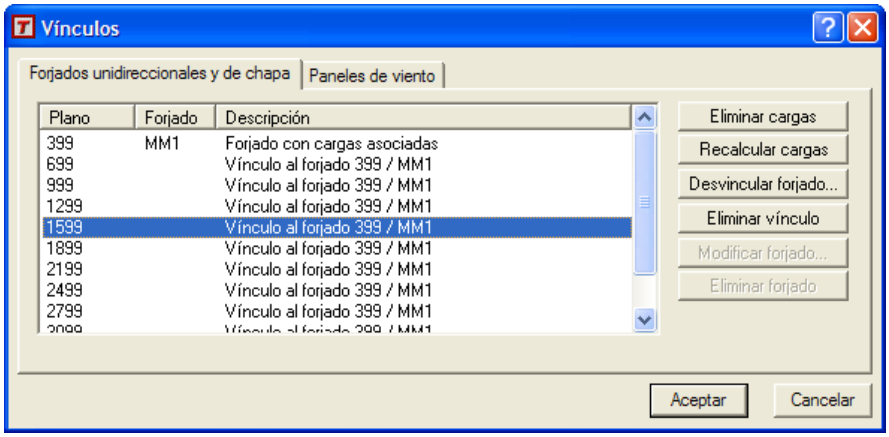
- **...>Restaurar:**

Esta função corrige os possíveis erros no ficheiro de armazenamento das acções de uma estrutura.

- **...>Vínculos...**:

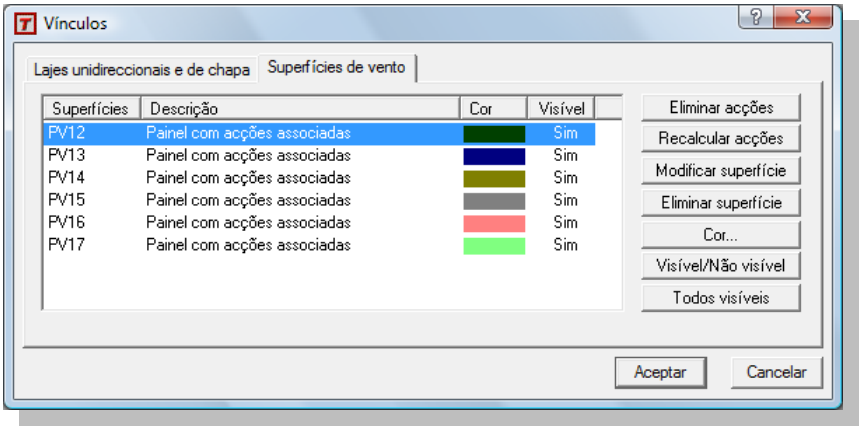
Esta função dá acesso à caixa de edição dos vínculos com lajes aligeiradas e de gestão das superfícies de vento. Nela é possível efectuar as seguintes operações:

**Lajes aligeiradas e de chapa perfilada:**

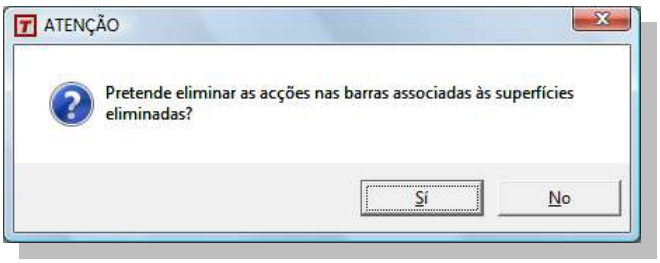



| | |
|---|---|
| **Eliminar acções** | Elimina as acções distribuídas em barras, geradas por uma laje aligeirada ou um vínculo. |
| **Recalcular acções** | Actualiza os valores das acções em barras, transmitidas por uma laje unidireccional ou um vínculo. |
| **Desvincular laje...** | Cria uma nova laje unidireccional independente do vinculo. Nesse momento podem ser alteradas as características da mesmo podendo até definir-se uma laje com diferente ficha e diferentes acções. Esta função não modifica as acções em barras, pelo que se alterar a laje é necessário recalcular acções, para actualizar os valores das mesmas. |
| **Eliminar vínculo:** | Elimina tanto um vínculo a uma laje, como as acções correspondentes desse vínculo. |
| **Modificar laje...** | Permite alterar as opções da laje seleccionada. A operatividade é idêntica à função **Geometria>Laje aligeirada-Cofragem perfilada>Modificar**, mas permitindo o recalculo das acções transmitidas à estrutura através dos seus vínculos. |
| **Eliminar laje** | Elimina a laje aligeirada indicada. Permite eliminar as acções em barras transmitidas por essa laje e pelos seus vínculos.<br>Se eliminar uma laje aligeirada, mas essa laje tiver acções vinculadas, na caixa de vínculos aparecerá o nome da laje com a descrição **laje eliminada**. |

**Superfícies de vento:**




| Opção | Descrição |
|---|---|
| **Recalcular acções** | Permite recalcular as acções de vento nas barras ou nós a partir dos parâmetros definidos para a superfície, eliminando-se automaticamente as que tenham sido geradas previamente para esta superfície. |
| **Modificar superfície** | Dá acesso à janela de definição dos parâmetros da superfície permitindo a sua modificação. |
| **Eliminar superfície** | Elimina a superfície seleccionada e dá-nos a opção de eliminar as acções geradas na estrutura devido à superfície, através da mensagem: |




| | |
|---|---|
| **Cor** | Permite personalizar a cor de cada superfície na sua vista 3D. |
| **Visível/Não visível** | Permite activar/desactivar a visualização da superfície na estrutura. |
| **Todas visíveis** | Activa a visualização de todas as superfícies existentes na estrutura. |
| **Aceitar** | Guarda as alterações realizadas nesta janela. |
| **Cancelar** | Fecha a janela sem guardar as alterações realizadas. |

# Capítulo 7

# Secções

**INTRODUÇÃO**

- Neste capítulo explicam-se as funções que permitem, uma vez gerada a geometria da estrutura, definir as secções de cada uma das barras. Também se explica a forma de consultar, modificar e ampliar a base de dados de secções (betão armado e perfis metálicos) do programa.

**OBJECTIVOS**

- O utilizador será capaz de atribuir a cada barra ou viga de laje, a secção escolhida na base de secções, assim como visualizar as secções atribuídas.

# Sistemas de eixos no Tricalc

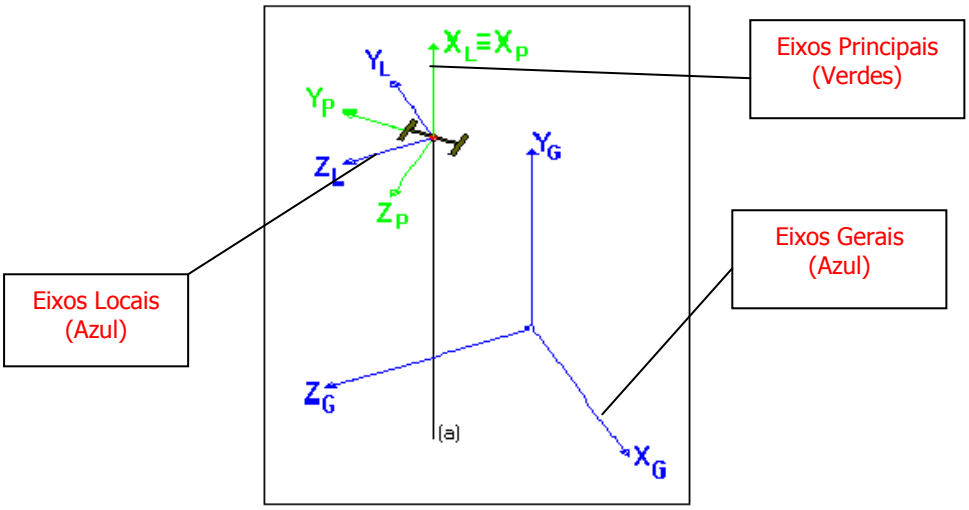
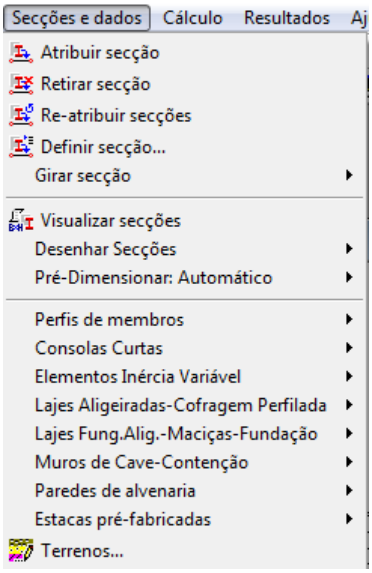



Figura 31: Sistemas de eixos.(a)Barra.

Tricalc utiliza três sistemas de coordenadas distintos, referentes aos seguintes eixos:

| | |
|---|---|
| **Eixos Gerais $X_G$, $Y_G$, $Z_G$** | Estes eixos formam um triedro que se representa no ecrã na cor azul, sendo $Y_G$ o eixo vertical. Utilizam-se para as coordenadas dos nós, para a direcção dos vectores das acções, dos assentamentos, etc. |
| **Eixos Locais $X_L$, $Y_L$, $Z_L$** | Este sistema de eixos é particular de cada barra, e representa-se na cor azul. A origem de coordenadas é o nó de menor numeração da barra, o eixo $X_L$ é a própria barra, o eixo $Y_L$ vem definido pelo produto vectorial de $X_L$ por $Z_G$, e o eixo $Z_L$ é ortogonal a $X_L$ e $Y_L$. |
| **Eixos Principais $X_P$, $Y_P$, $Z_P$** | É outro sistema de eixos particular de cada barra, no qual se definem as características geométricas da secção, coincidentes com os eixos principais de inércia. Estes eixos representam-se na cor verde. Se a secção da barra não foi rodada (ou seja, ß=0), os eixos principais coincidem com os locais. Em qualquer caso, o eixo $X_P$ coincide sempre com o eixo $X_L$. Serve essencialmente para saber se a secção foi rodada em torno do seu eixo. |

# Métodos de pré-dimensionamento das barras




Existem dois métodos para pré-dimensionar as barras de uma estrutura: o pré-dimensionamento manual (para barras e vigas de laje) e o pré-dimensionamento automático (só aplicável a barras).

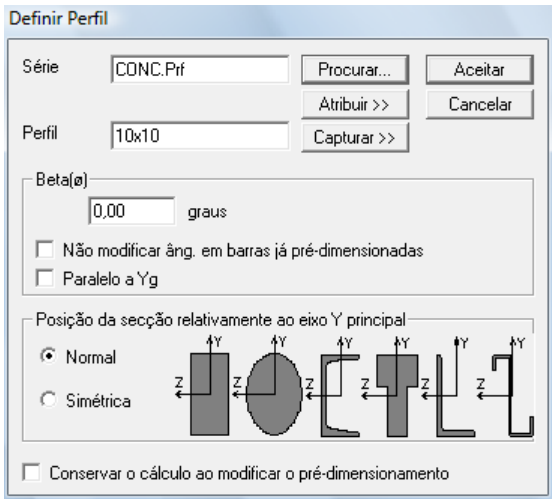
## Pré-Dimensionamento Manual

Consiste na escolha, por parte do utilizador, das secções que se desejam utilizar para cada barra ou viga de laje, de entre as existentes na base de dados.

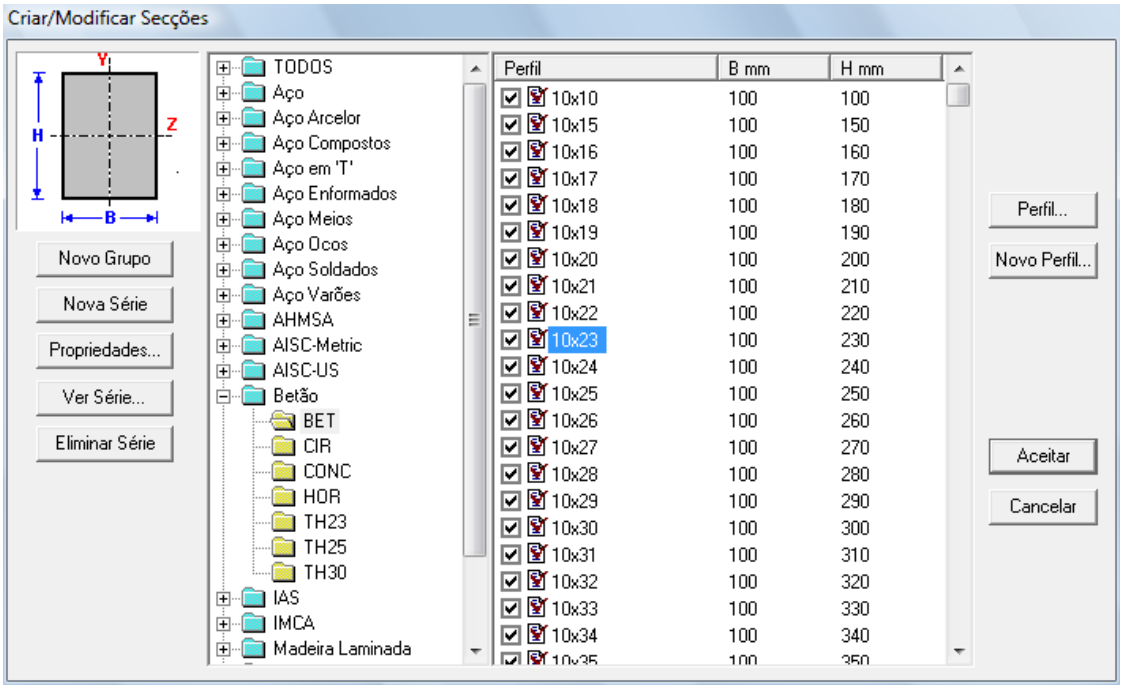
Para atribuir o pré-dimensionamento manual a uma ou a várias barras ou vigas de laje de uma estrutura, primeiro define-se a secção desejada através da função **Secções>Definir...,** e depois atribui-se esta secção à barra/viga de laje ou barras/vigas de laje escolhidas, com a função **Secções>Atribuir.**

**Secções>Definir...** Esta função permite o acesso à caixa de diálogo onde se possibilita a selecção da série e da secção (perfil) que se deseja atribuir a uma barra ou grupo de barras.

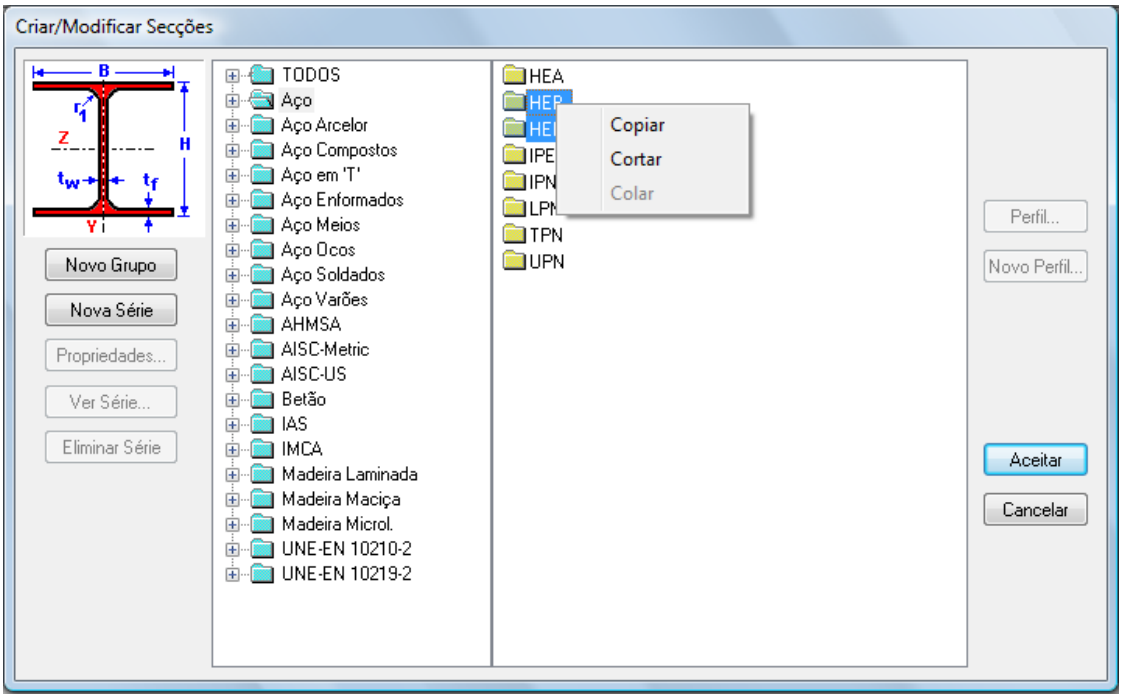
Nesta caixa, pode-se introduzir o nome da série e o perfil, assim como o ângulo de rotação ß, em graus sexagesimais, entre os eixos locais e os eixos principais da secção. Também é possível consultar todas as secções existentes na base de perfis do programa a fim de se seleccionar algum. Para tal, pressiona-se o botão **Procurar...**, com o que aparece outra caixa de diálogo, na qual se mostram todas as secções, ordenadas por grupos e por séries. Escolhe-se a série e o perfil, e pressiona-se o botão **Aceitar** (veja o ponto 6 do presente capítulo para mais informações sobre o funcionamento desta caixa de diálogo).




Para atribuir a secção seleccionada a uma ou várias barras, pode utilizar-se indistintamente o botão **Atribuir>>**, ou a função **Secções>Atribuir**. O botão **Capturar>>** permite seleccionar a informação do perfil que esteja atribuído a uma barra preenchendo esses dados nos campos **Série** e **Perfil** desta caixa de diálogo.



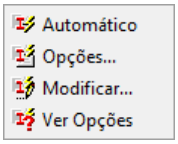

Na caixa de diálogo de perfis **Secções e dados > Perfis de membros > Perfis/secções**, são permitidas as funções **Copiar**, **Cortar** e **Colar** grupos de perfis de uma família de perfis para outra. O procedimento a seguir é seleccionar os grupos a copiar e com o botão direito do rato aparece um menu contextual que permite seleccionar a função a realizar:




**Secções>Atribuir** Esta função permite atribuir a secção definida na caixa de diálogo da função **Secções>Definir...** a uma ou várias barras. Esta atribuição realiza-se graficamente, da forma habitual. Quando se seleccionarem barras já pré-dimensionadas, o programa considerará como válida a última atribuição.

**Secções>Re-atribuir** Permite ao utilizador re-atribuir de forma automática a mesma secção às mesmas barras ou vigas de laje, mas já com as novas opções de materiais que tenha escolhido. Serve, por exemplo, para quando se atribuem secções às barras ou vigas de laje com o módulo de elasticidade de um betão C20/25 e se pretende alterar a classe do betão mas pretende-se igualmente manter as secções definidas. Pode assim ir ao menu de **Perfis>Secções** e definir as novas características do material **Betão**. Seguidamente só terá de aplicar a função **Secções>Re-atribuir** para aplicar as mesmas secções às barras e vigas de laje mas com o novo módulo de elasticidade.

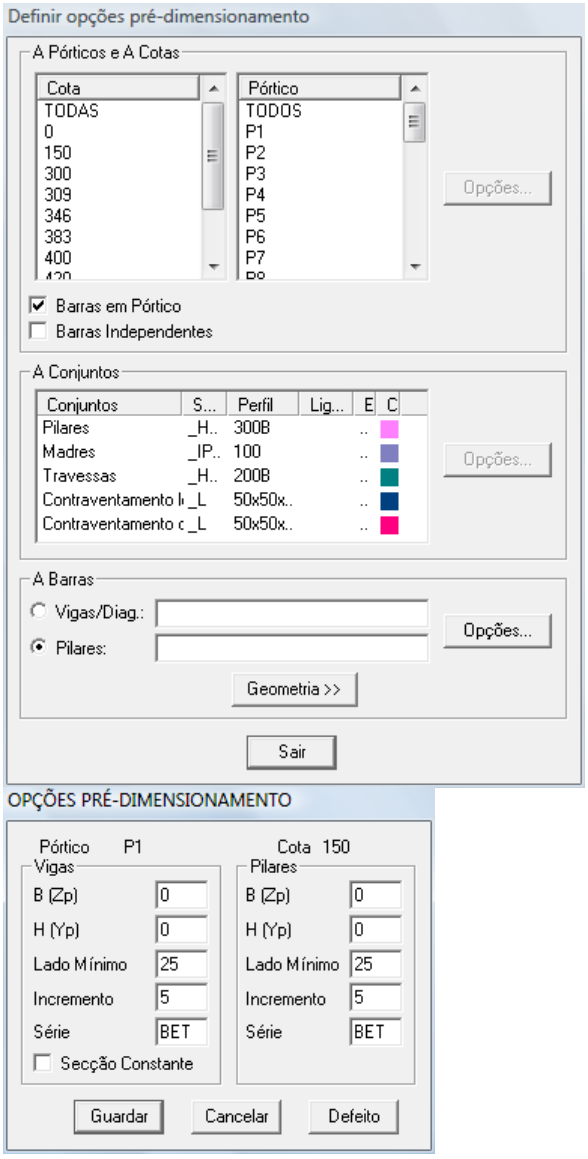
## Pré-Dimensionamento Automático




Tricalc pode realizar um pré-dimensionamento automático de todas as barras de uma estrutura, em função das acções e do respectivo comprimento de cada barra, assim como das opções de pré-dimensionamento que se definam.

**Secções>Pré-Dimensionar>Opções...**

Esta função apresenta no ecrã uma caixa de diálogo onde se podem escolher as barras às quais se pretende atribuir determinadas opções de pré-dimensionamento. Estas opções podem-se escolher individualmente (pilares ou vigas) ou agrupadas por cotas ou por pórticos. Ao pressionar o botão **Opções...**, acede-se a uma caixa na qual se definem os parâmetros de pré-dimensionamento, tais como: **B(Zp) - Largura**, **H(Yp) - Altura**, **Lado Mínimo** a considerar, **Incremento** a amplitude de aumento permitida, e a **Série** de perfis escolhida. Imaginemos que pretendemos ter as vigas com secções de 25cm de largura e com uma altura que pode ir dos 30cm até aos 80cm. Neste caso teríamos de colocar B(Zp)=25cm (ao introduzirmos um valor diferente de zero estamos a impor um largura inicial para o pré-dimensionamento), H(Yp)=30cm, Incremento=(80-30)=50cm e Série=BET. A opção **Secção constante** obriga a que uma viga que pertença a um pórtico apresente, ao longo do mesmo, sempre a mesma secção.

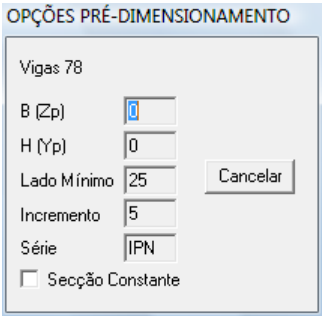



**Pré-Dimensionar>Modificar...**

Esta função permite mudar as opções particulares de pré-dimensionamento atribuídas a uma barra ou a um conjunto de barras. Selecciona-se o pórtico, a cota ou a barra e, pressionando o botão **Modificar...**, podem-se mudar as opções atribuídas. Também, se podem eliminar as opções pressionando o botão **Eliminar**.

**Pré-Dimensionar >Ver Opções**

Esta função mostra as opções atribuídas a uma barra. A barra selecciona-se da forma habitual.




**Pré-Dimensionar>Automático**

Executando esta função, o programa pré-dimensiona a totalidade das barras de uma estrutura, em função das opções de pré-dimensionamento associadas a cada uma delas, do seu estado de carregamento e do seu comprimento.

## Outras funções do menu *Secções*

Quer se tenha realizado o pré-dimensionamento manual ou o pré-dimensionamento automático, podem-se utilizar as seguintes funções:

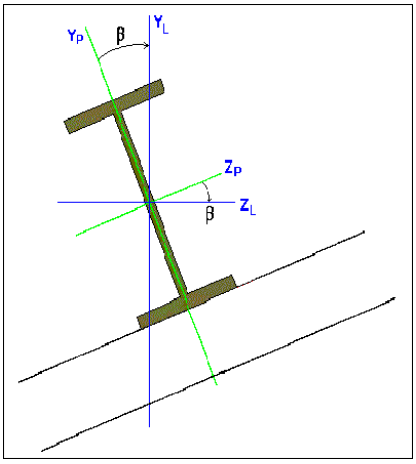
| | |
|---|---|
| **Retirar** | Com esta função retira-se o pré-dimensionamento atribuído mediante as funções anteriores, ficando a barra sem secção definida. |
| **Visualizar** | Com esta função pode-se ver no ecrã o pré-dimensionamento atribuído às barras da estrutura, seleccionando-as graficamente. |
| **Re-atribuir** | Esta função permite actualizar os dados das secções atribuídas a uma estrutura quando se tenham modificado as bases de dados. Esta função é equivalente a utilizar de novo a função **Atribuir secção** a cada uma das barras, recuperando os dados actualizados da secção. |

## O submenu *Secções>Girar Secção*

Com as funções do submenu **Secções>Girar Secção,** podem-se realizar rotações da secção transversal de uma barra em redor do seu eixo local $X_L$.

Um exemplo no qual podem ser úteis estas funções é o caso das madres que apoiam em travessas inclinadas. Se as madres forem, por exemplo, perfis IPN, existiriam duas possíveis colocações das secções:

- Poderiam apoiar o banzo inferior directamente sobre a travessa, em cujo caso haveria que aplicar uma rotação de valor igual à pendente da travessa.
- Poderiam apoiar o banzo inferior num eixo que fixasse o eixo principal $Y_P$ do IPE paralelo ao eixo geral $Y_G$, em cujo caso não haveria rotação.




**Ângulo Dado...** Esta função permite rodar uma ou várias barras de um ângulo dado em redor do seu eixo local $X_L$. Ao seleccionar a função, aparece uma caixa de diálogo na qual se define o ângulo de rotação. Uma vez introduzido o valor, seleccionam-se as barras do modo habitual.

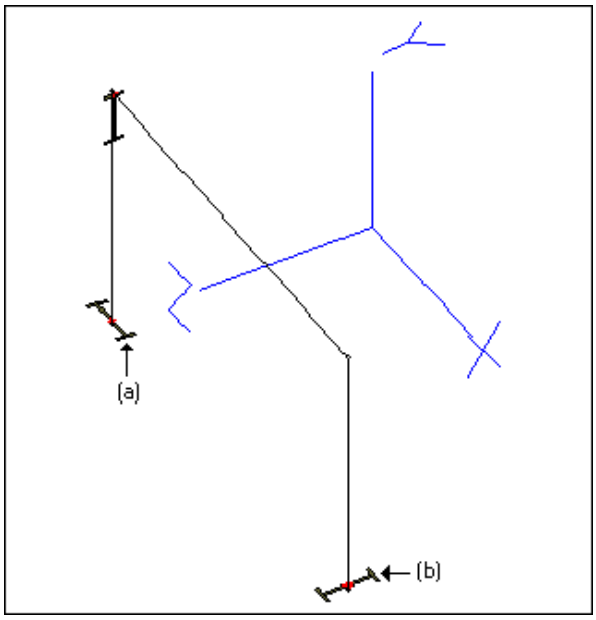
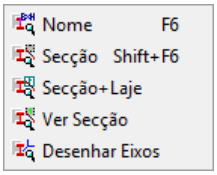



Figura 32: Rotações das secções.

(a)Secção do pilar paralela a Yp, (b)secção do pilar girada a 90º

**Paralelo a Y** Esta função calcula de forma automática o ângulo $\beta$ de modo a que o eixo $Y_P$ passe a ser paralelo ao plano vertical. Esta função é exclusiva das barras inclinadas, em perfis metálicos, e em qualquer posição do espaço.

# O submenu *Secções>Desenhar*




Neste submenu existem funções que activam e desactivam distintas opções de desenho (Figura 33):

| | |
|---|---|
| **Nome** | Esta função activa ou desactiva o desenho do nome da secção atribuída a cada barra. |
| **Secções** | Esta função activa ou desactiva o desenho da secção transversal de todas as barras que se representa através de um corte das mesmas no nó de menor numeração. |
| **Secção** | Esta função mostra o desenho da secção transversal de cada uma das barras, que se seleccionem graficamente. |
| **Secção+Laje** | Esta função permite ao utilizador a visualização da secção da viga mais a visualização do posicionamento da laje. É útil para perceber se a viga é invertida ou não. |
| **Desenhar Eixos** | Esta função activa ou desactiva o desenho dos eixos principais e locais de todas as barras da estrutura. |

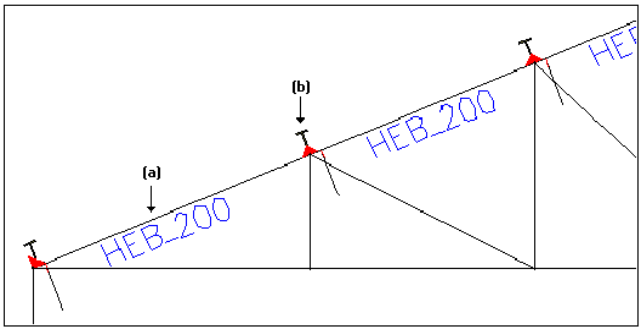



Figura 33: Representação do nome e desenho das secções. (a)Nome da secção, (b)Desenho da secção.

# Organização da Base de Perfis>Secções

Com a função **Secções>Perfis...,** pode-se aceder à base de dados de secções (perfis) do programa, para a sua consulta, modificação ou ampliação.

Esta caixa de diálogo está dividida em duas zonas: na zona esquerda apresentam-se os vários **grupos** e **séries** existentes e na direita, os **perfis** contidos na série seleccionada.

| | |
|---|---|
| **Grupo** | É um conjunto de séries que têm características similares. Por exemplo, o grupo **Perfis Enformados** contêm as séries de perfis metálicos enformados a frio. Cada grupo representa-se por uma pasta de cor azul. |
| **Série** | É um conjunto de perfis do mesmo material, e que têm a mesma forma. Por exemplo, dentro do grupo **Perfis Simples**, encontram-se as séries de perfis metálicos: IPN, IPE, etc.<br>Cada série representa-se por uma pasta de cor amarela e toda a sua informação está contida num ficheiro com a extensão **.PRF**. |

**Perfil** É cada uma das distintas secções dentro de uma série determinada. Por exemplo, **30x40** é um perfil da série BET (betão), que tem 30 cm de largura e 40 cm de altura.

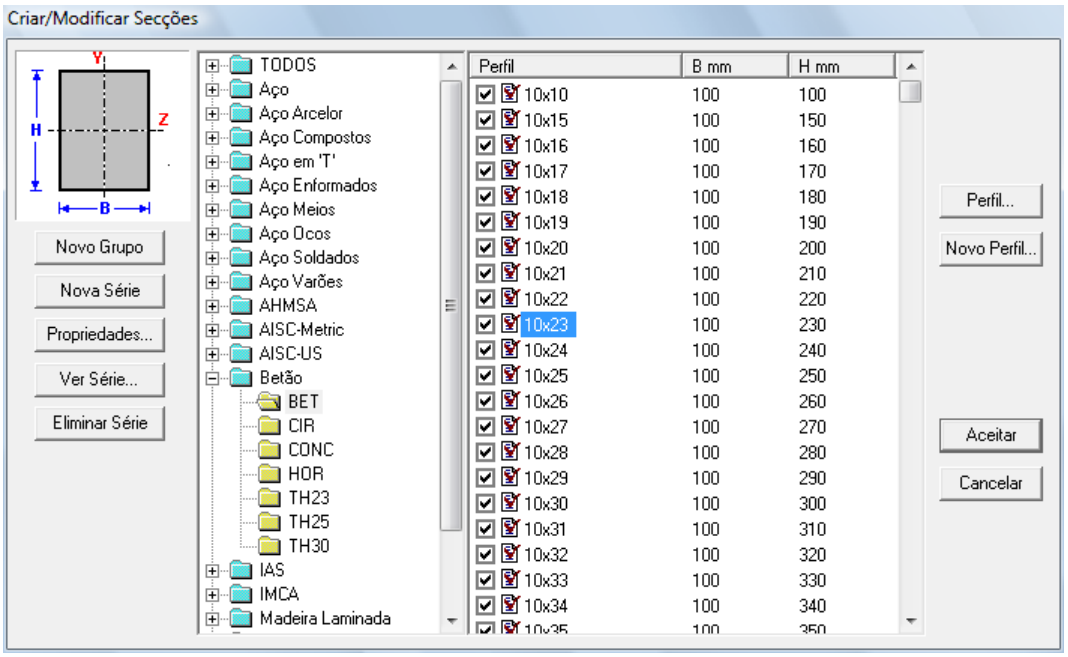



Figura 34: Caixa de diálogo da função Secções>Perfis....

## *Perfis> Secções...*: Introdução e modificação de secções

A função **Secções>Perfis...** permite consultar, modificar ou ampliar a base de dados de secções (perfis) do programa.

Na caixa de diálogo (Figura 34), aparecem os grupos existentes. Para abrir um deles, pressiona-se no quadrado situado à sua esquerda, que contem o sinal +. Aparece então uma relação das séries incluídas no grupo, das quais se pode seleccionar uma. Na zona direita, mostra-se uma listagem dos perfis (secções) existentes na série seleccionada.

Para modificar as características de uma série, pressiona-se o botão **Propriedades...**, com o qual aparece a caixa de diálogo **SECÇÃO: GENERALIDADES.** Nela, podem-se definir as seguintes variáveis:

**Módulo de Young (E)** em kg/cm² ou GPa

**Coeficiente de Poisson (ν)**

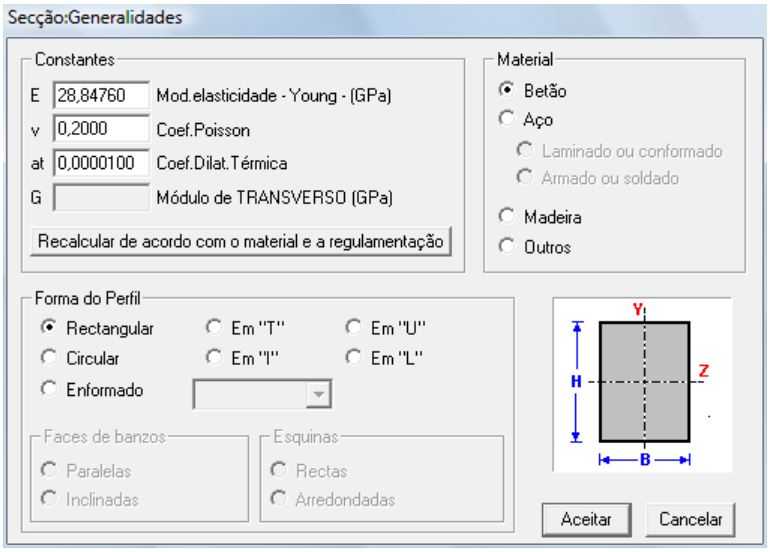
**Coeficiente de dilatação térmica ($\alpha_t$),** para o cálculo das acções térmicas.

**Material** Permite indicar o material utilizado. Se a barra é de betão, calcula-se a sua armadura com módulo Tricalc-2. Se a barra é metálica, o programa comprovará a sua secção com o módulo Tricalc-3. Se é de outro material, só se realizará o cálculo dos esforços com o módulo Tricalc-1.

**Recalcular segundo material e regulamentação**

Permite actualizar os valores de E, V e at segundo as indicações da regulamentação seleccionada.

| | |
|---|---|
| **Forma da secção** | Este dado permite ao programa representar graficamente a secção de cada barra quando se seleccionam as funções **Secções>Desenhar> Secções** ou ...>**Secção**. As formas permitidas são: Rectangular, Circular, em U, em T, em I e em L. |
| **Faces de Banzos** | Este dado é utilizado para o desenho e cálculo das uniões com ***T-Connect.*** As opções são **Paralelas** ou **Inclinadas**. |
| **Esquinas** | Igualmente este dado **Rectas** ou **Arredondadas** é utilizado no cálculo das uniões com ***T-Connect.*** |



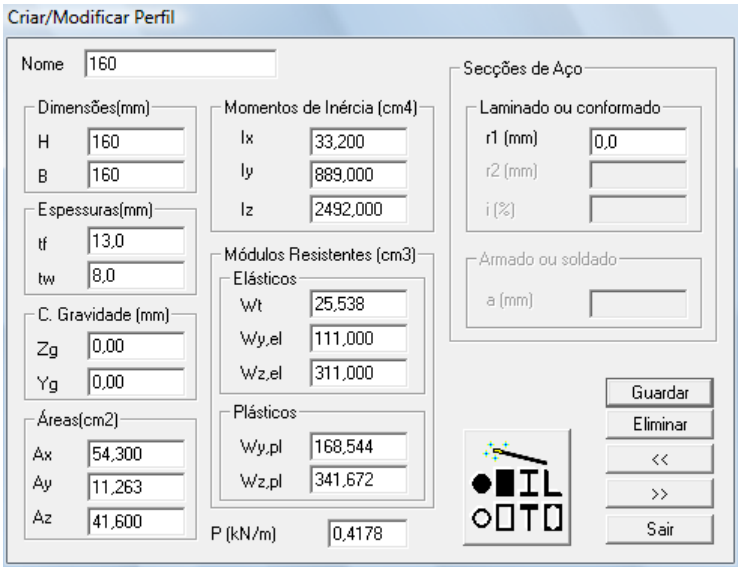

Além das características comuns a todos os perfis de uma série, é possível definir as características de cada perfil. Para tal, na caixa de diálogo da função **Secções>Perfis...**, selecciona-se uma série e um perfil e pressiona-se o botão **Perfil...**, onde aparece a caixa de diálogo **CRIAR/MODIFICAR PERFIL**. Nela, podem-se definir as características geométricas da secção:

| | |
|---|---|
| **Nome** | Podem-se utilizar até oito caracteres. |
| **Dimensões H e B** | São as dimensões da secção (em mm), paralelas aos eixos principais $Y_P$ e $Z_P$, respectivamente. |
| **Espessuras $t_f$ e $t_w$** | São as espessuras do banzo e da alma, em mm. |
| **Área $A_x$** | Secção transversal (em cm²). |
| **Áreas $A_y$ e $A_z$** | Áreas para o cálculo das tensões tangenciais paralelas aos eixos principais Y e Z (em cm²). Se a secção é em I, $\mathbf{A_y}$ é a área da alma e $\mathbf{A_z}$, a área dos banzos. |
| **Momento de inércia $I_x$** | Momento de inércia à torção (em $cm^4$). |
| **Momentos de inércia $I_y$ e $I_z$** | Momentos de inércia em relação aos eixos principais $Y_P$ e $Z_P$. (Se a secção tem forma de I, $\mathbf{I_y}$ é o momento de inércia no eixo paralelo à alma e $\mathbf{I_s}$, o considerado em relação ao eixo paralelo aos banzos, em $cm^4$). |

| | |
|---|---|
| **Módulos resistentes $W_t$, $W_y$, $W_z$** | |
| | Módulo resistente à torção e módulos resistentes em relação aos eixos principais $Y_P$ e $Z_P$, (em $cm^3$). Estes dados só são utilizados na comprovação de barras metálicas mediante Tricalc-3. |
| **Peso próprio P** | É o valor de peso próprio da barra (em kg/m ou kN/m). |

Além destes campos, a caixa de diálogo contem os seguintes botões:

| | |
|---|---|
| **Guardar** | Armazena os dados da secção que se está a editar. |
| **Eliminar** | Elimina a secção que se está a editar. |
| **Anterior** e **Seguinte** | Apresentam-se os dados das secções anteriores ou seguintes na série. |
| **Cancelar** | Permite voltar à caixa de diálogo **CRIAR MODIFICAR SECÇÕES**. |

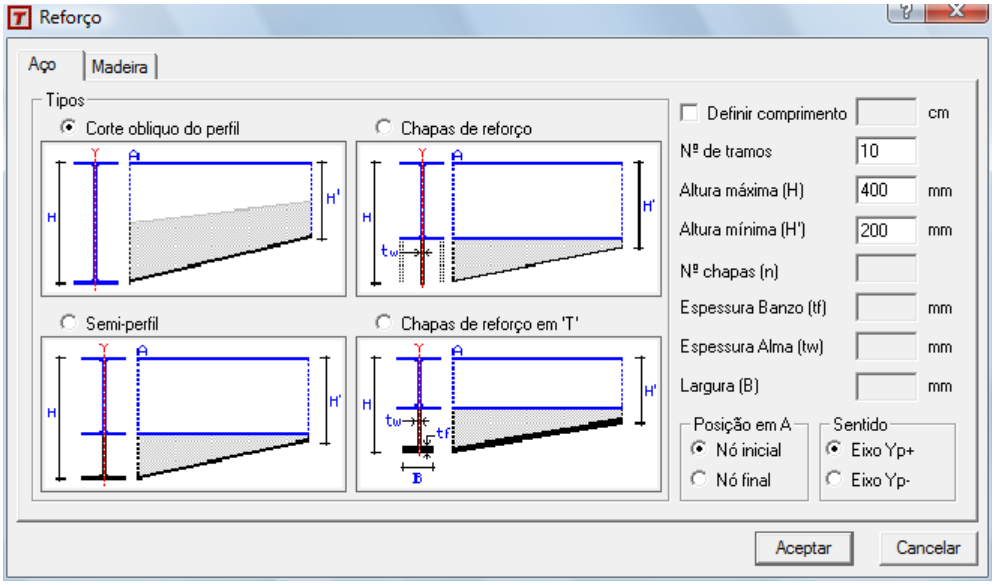



## Barras de inércia variável e chapas de reforço

A função **Secções>Elementos de Inércia Variável>Introduzir...** permite atribuir a qualquer perfil metálico em I a condição de perfil de inércia variável, existindo quatro tipologias possíveis.

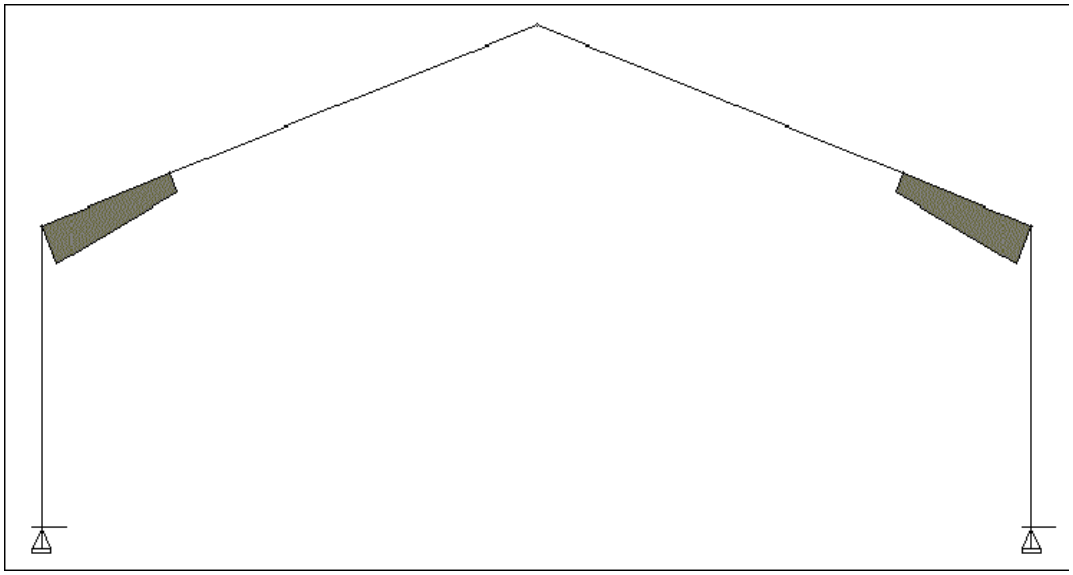
Caso não se pretenda que o perfil completo tenha inércia variável, apenas os seus extremos (teriam chapas de reforço), é necessário dividir a barra em várias partes, de modo a que algumas sejam de inércia constante e outras, de inércia variável.

Ao executar-se a função, exibe-se uma caixa de diálogo como a da figura, na qual é possível seleccionar o tipo de perfil a utilizar, e as dimensões de cada um dos seus elementos.




Definem-se as opções correspondentes, pressiona-se o botão **Atribuir>>** e selecciona-se graficamente a barra a modificar.

Se a função **Secções>Elementos Inércia Variável>Desenhar** estiver activada, as barras de inércia variável representam-se através de um trapézio de cor cinzenta, que indica até aonde se encontra a altura maior e a altura menor.



A função **...>Girar** permite mudar o sentido no qual se produz o incremento de secção, e a função **...>Modificar** permite alterar as dimensões atribuídas inicialmente.

# Consolas curtas

É possível realizar a armadura de consolas curtas segundo diferentes regulamentações. Dentro do menu **Secções** aparece um submenu **Consolas curtas** onde existem diversas funções para introduzir, modificar, eliminar, rodar ou visualizar consolas curtas.

## Geometria

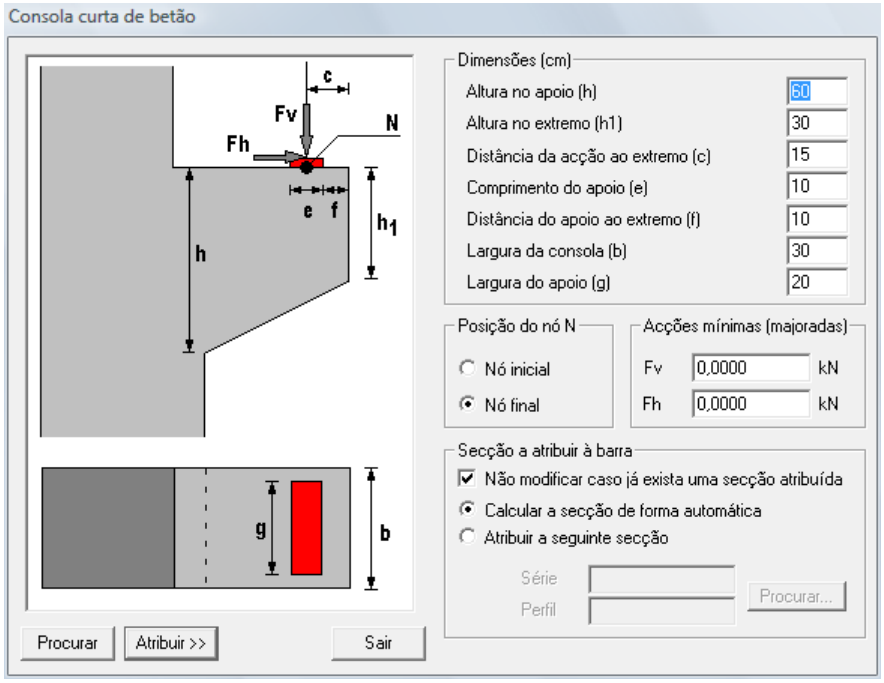
É possível calcular consolas curtas de forma isolada ou de forma integrada com o resto da estrutura. Para gerar uma consola curta é necessário previamente introduzir uma barra cujo nó inicial esteja situado no pilar e o nó final seja o ponto de aplicação da acção sobre a consola curta. Se pretender calcular uma consola curta de forma isolada, a "mínima" estrutura a gerar deve ser um pilar e a consola já que é necessário o pilar para estudar as amarrações da consola.

## Secções

Dentro do menu **Secções** aparece um submenu **Consolas curtas** onde existem diversas funções para introduzir, modificar, eliminar, rodar ou visualizar consolas curtas.

| Função | Descrição |
|---|---|
| **Introduzir...** | Permite aceder à caixa de diálogo **Consola curta de betão** onde se definem as variáveis da consola e posteriormente atribuir a consola definida a uma barra ou conjunto de barras. |
| **Eliminar** | Permite eliminar uma consola curta através da selecção da barra em que se encontre definida. |
| **Girar** | Permite girar a consola curta variando a posição do nó de aplicação da acção. |
| **Modificar** | Permite modificar as variáveis definidas na caixa de diálogo **Consola curta de betão**. |
| **Desenhar** | Permite visualizar em modo 3D as consolas curtas existentes na estrutura. |

A definição de todos os valores geométricos deste tipo de elemento realiza-se atribuindo-os a uma barra já definida da estrutura, com secção atribuída. O ponto de apoio da consola curta, onde recebe a acção da viga, quer seja da ponte grua ou de outra viga perpendicular, situa-se na posição do nó da barra. Comprovam-se as dimensões mínimas da consola segundo cada regulamentação.



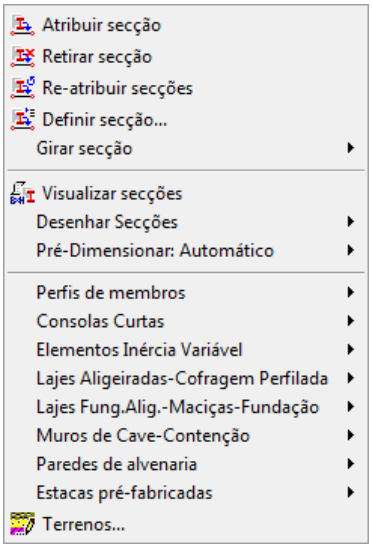

## Método 1: Forças de cálculo automáticas

Para o cálculo da armadura, o programa considera de forma automática os valores da envolvente do máximo transverso vertical na barra, que considerará as acções transmitidas pela ponte-grua e as forças pontuais definidas. Ao realizar o cálculo dentro do mesmo programa, não é necessário preocupar-se com a introdução das forças de cálculo da consola, o que será necessário se o cálculo da consola se realizar como um programa isolado.

## Método 2: Forças de cálculo definidas pelo utilizador

Considerou-se conveniente permitir ao utilizador a introdução, na caixa de definição de consolas, valores mínimos de forças a considerar, que se forem maiores que os transversos de cálculo serão os utilizados na armadura da consola. Este é o método de introdução utilizado por todos os programas isolados de cálculo deste tipo de elementos, que requerem a introdução manual das forças a considerar.

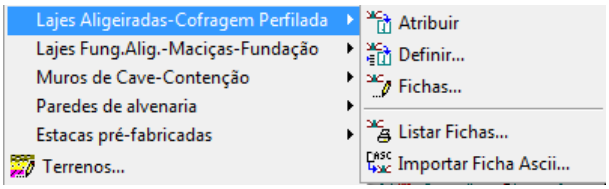
## Outras Funções do Menu Secções e dados




■ **Lajes aligeiradas-Cofragem perfilada**:

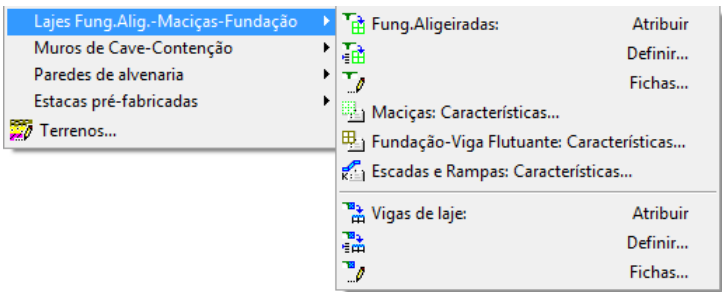
Contém funções para criar fichas de lajes aligeiradas e de cofragem perfilada (lajes mistas), quer seja introduzindo os seus valores em cada caixa ou importando os seus dados com a função Importar Ficha ASCII…

As funções **Atribuir, Definir…** e **Fichas…** são funções similares às mesmas funções aplicadas a secções de barras.




■ **Lajes Fung. Alig.-Maciças-Fundação**

Contém as funções para criar fichas de lajes fungiformes aligeiradas, incluindo diferentes modelos de blocos aligeirantes. As funções **Atribuir, Definir…** e **Fichas…** são funções muito similares às mesmas funções aplicadas às secções das barras.
A função **Laje maciça: Características…** fixa as propriedades das constantes **E**, ***ν***, **at** e **a rigidez à torção**, a utilizar no cálculo das lajes maciças.

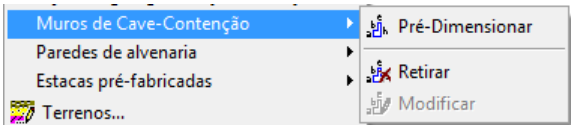


A função **Laje Fundação-Vigas Flutuantes: Características...** permite fixar as propriedades das constantes **E**, ***v*** , **at e rigidez à torção** a utilizar no cálculo das lajes de fundação, assim como as propriedades de rigidez do terreno - para o cálculo das lajes de fundação e vigas flutuantes. A função **Escadas e Rampas: Características...** permite fixar as propriedades das constantes **E**, ***v*** , **at** e **rigidez à torção** a utilizar no cálculo das lajes de escadas.

As funções **Vigas de laje: Atribuir, Definir...** e **Fichas...** permitem gerir as secções das vigas de laje de ficha pré-definida, que são vigas que se podem incluir nas lajes fungiformes aligeiradas e lajes maciças, que têm uma armadura pré-determinada e que é verificada pelo programa no cálculo da laje.

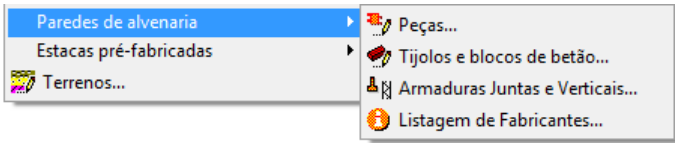
■ **Muros de Cave-Contenção**

Contém as funções para pré-dimensionar este tipo de muros. Ver Manual de Instruções.



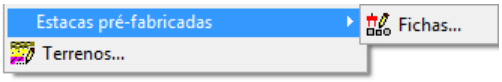

■ **Paredes de alvenaria**

Contém as funções para gerir as bases de dados de blocos de Termoargila, alvenaria e blocos de betão, armaduras horizontais e verticais para reforço deste tipo de paredes, assim como o acesso ao ficheiro **fabricantes.htm** com informação comercial de fabricantes actualizável pelo utilizador.



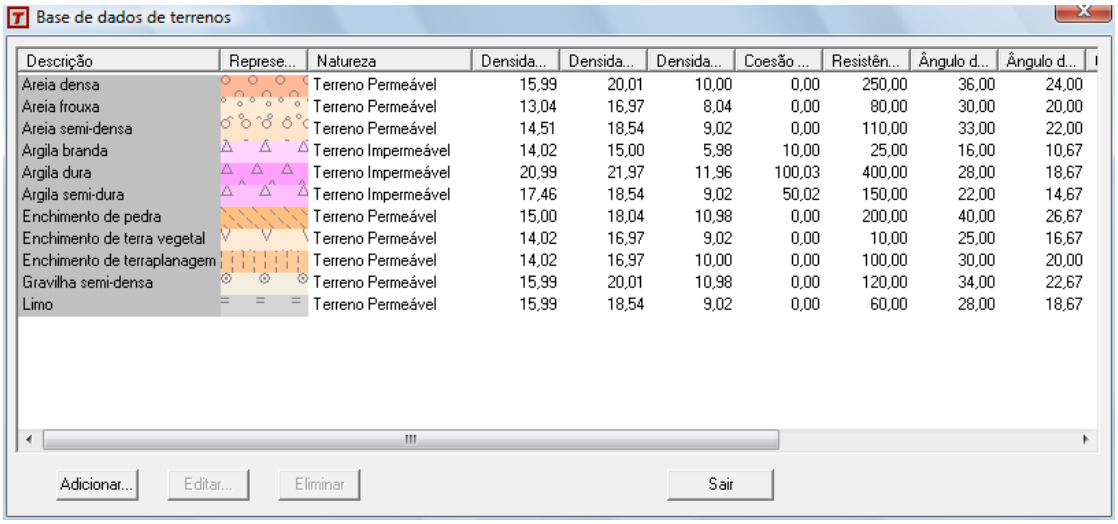

■ **Estacas pré-fabricadas**

Contém as funções para gerir as bases de dados de estacas pré-fabricadas.




■ **Terrenos...**

Permite aceder e alterar a base geral de terrenos do programa e às suas características. Esta informação se utiliza-se na função **Geometria>Estratos do terreno...** para definir o conjunto de estratos a utilizar no cálculo da fundação e da estrutura.




| Descrição | Represe... | Natureza | Densida... | Densida... | Densida... | Coesão ... | Resistên... | Ângulo d... | Ângulo d... |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Areia densa | | Terreno Permeável | 15,99 | 20,01 | 10,00 | 0,00 | 250,00 | 36,00 | 24,00 |
| Areia frouxa | | Terreno Permeável | 13,04 | 16,97 | 8,04 | 0,00 | 80,00 | 30,00 | 20,00 |
| Areia semi-densa | | Terreno Permeável | 14,51 | 18,54 | 9,02 | 0,00 | 110,00 | 33,00 | 22,00 |
| Argila branda | | Terreno Impermeável | 14,02 | 15,00 | 5,98 | 10,00 | 25,00 | 16,00 | 10,67 |
| Argila dura | | Terreno Impermeável | 20,99 | 21,97 | 11,96 | 100,03 | 400,00 | 28,00 | 18,67 |
| Argila semi-dura | | Terreno Impermeável | 17,46 | 18,54 | 9,02 | 50,02 | 150,00 | 22,00 | 14,67 |
| Enchimento de pedra | | Terreno Permeável | 15,00 | 18,04 | 10,98 | 0,00 | 200,00 | 40,00 | 26,67 |
| Enchimento de terra vegetal | | Terreno Permeável | 14,02 | 16,97 | 9,02 | 0,00 | 10,00 | 25,00 | 16,67 |
| Enchimento de terraplanagem | | Terreno Permeável | 14,02 | 16,97 | 10,00 | 0,00 | 100,00 | 30,00 | 20,00 |
| Gravilha semi-densa | | Terreno Permeável | 15,99 | 20,01 | 10,98 | 0,00 | 120,00 | 34,00 | 22,67 |
| Limo | | Terreno Permeável | 15,99 | 18,54 | 9,02 | 0,00 | 60,00 | 28,00 | 18,67 |

# Capítulo 8

# Cálculo

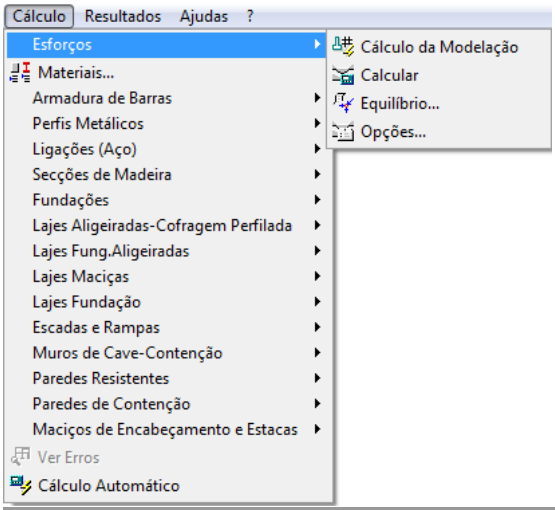
**INTRODUÇÃO**

- No presente capítulo, descreve-se a forma de solicitar o cálculo de esforços da estrutura. Também se explicam os diferentes parâmetros considerados no cálculo da armadura das barras de betão com Tricalc.2 e na comprovação das barras metálicas com Tricalc.3.

**OBJECTIVOS**

- O utilizador adquirirá conhecimentos acerca da forma de como realizar o cálculo de esforços, das suas fases, da verificação prévia da estrutura, etc. Conhecerá também as opções de armadura dos elementos de betão armado e de comprovação das secções metálicas.

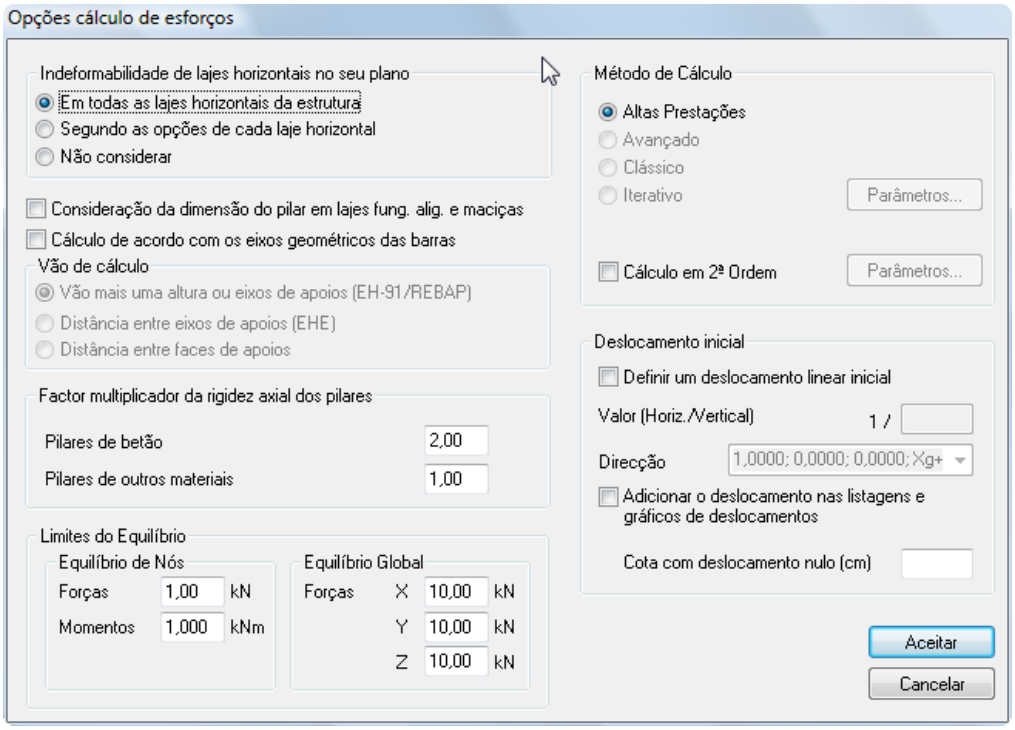
## Opções do cálculo de esforços



Dentro do menu **Cálculo**, encontram-se as funções que realizam o cálculo de esforços, o dimensionamento das armaduras para o betão armado, a comprovação dos perfis metálicos, etc.

O cálculo da armadura das barras de betão armado é realizado pelo módulo Tricalc.2, e a comprovação das secções metálicas, pelo Tricalc.3. Se não tiver algum destes módulos, não poderá seleccionar as funções dos submenus **Cálculo>Armadura** ou **Cálculo>Perfis Metálicos.**

- **Cálculo>Esforços>Opções...:** Esta função apresenta no ecrã uma caixa de diálogo, na qual podem-se definir os seguintes parâmetros:


Opções cálculo de esforços
Indeformabilidade de lajes horizontais no seu plano
Em todas as lajes horizontais da estrutura
Segundo as opções de cada laje horizontal
Não considerar
Consideração da dimensão do pilar em lajes fung. alig. e maciças
Cálculo de acordo com os eixos geométricos das barras
Vão de cálculo
Vão mais uma altura ou eixos de apoios (EH-91/REBAP)
Distância entre eixos de apoios (EHE)
Distância entre faces de apoios
Factor multiplicador da rigidez axial dos pilares
Pilares de betão 2,00
Pilares de outros materiais 1,00
Limites do Equilíbrio
Equilíbrio de Nós
Forças 1,00 kN
Momentos 1,000 kNm
Equilíbrio Global
Forças X 10,00 kN
Y 10,00 kN
Z 10,00 kN
Método de Cálculo
Altas Prestações
Avançado
Clássico
Iterativo
Parâmetros...
Cálculo em 2ª Ordem
Parâmetros...
Deslocamento inicial
Definir um deslocamento linear inicial
Valor (Horiz./Vertical) 1 /
Direcção 1,0000; 0,0000; 0,0000; Xg+
Adicionar o deslocamento nas listagens e gráficos de deslocamentos
Cota com deslocamento nulo (cm)
Aceitar
Cancelar

| Opção | Descrição |
|---|---|
| **Indeformabilidade das lajes horizontais no seu plano** | Com esta opção activada, o programa considerará que os nós pertencentes a uma laje horizontal não podem ter deslocamentos horizontais nem rotações diferenciais, isto é, a laje horizontal considera-se como um elemento de rigidez infinita no seu plano. Esta opção serve para modelar a rigidez que proporcionam as lajes ao conjunto espacial de uma estrutura, sobretudo se está exposta a acções horizontais, tais como vento, sismo, impulsos em muros de cave, etc. |
| **Consideração das dimensões do pilar em lajes fungiformes aligeiradas e em lajes maciças** | O Tricalc modela as lajes fungiformes aligeiradas e as lajes maciças como um conjunto de barras (nervuras) em duas direcções ortogonais. Quando os pilares possuem dimensões importantes, modifica-se a sua modelação para considerar na armadura da laje só os momentos negativos que não estão na zona definida pelo pilar (ou seja não são contabilizados os momentos negativos em toda a área interior do pilar, para o cálculo das armaduras da laje), e todos os nós existentes na intercepção das nervuras com o perímetro do pilar e os nós interiores ao pilar, mantêm as suas distâncias inalteráveis comportando-se como um corpo rígido. |

Permite-se considerar, de forma opcional, que a parte da laje fungiforme aligeirada ou da laje maciça situada sobre o pilar é infinitamente rígida, considerando para tal as dimensões reais do pilar e o posicionamento da secção no momento do cálculo. Isto faz com que no interior desta zona da laje, não existam esforços, e por isso, as nervuras e as vigas que concorrem no pilar serão armadas com os esforços existentes na face do pilar. Para realizar esta modelação, o programa cria novos nós na intercepção das nervuras e/ou das vigas com as faces dos pilares.

Esta consideração só é admitida quando existem lajes fungiformes aligeiradas ou lajes maciças, tanto horizontais como inclinadas.

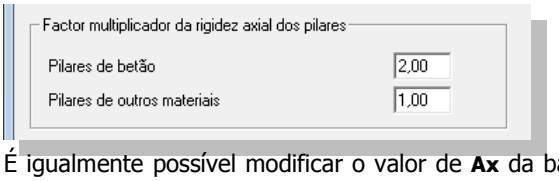
**Cálculo de acordo com os eixos geométricos das barras**

Esta opção permite considerar, como eixos para o cálculo de esforços, os eixos geométricos de cada barra, tal como tenham sido definidos a partir do posicionamento das secções. Ao considerar no cálculo o eixo geométrico de cada barra, provoca que, nos nós nos quais concorrem várias barras, esses eixos não se interceptem obrigatoriamente em um único ponto, mas que formem um conjunto denominado **nó finito** ou **nó extenso**, que se comporta como um sólido rígido, para que todos os seus pontos (e em particular, os extremos dos eixos geométricos das barras) se desloquem e rodem solidariamente.

**Rigidez axial de pilares**

O Tricalc realiza uma análise elástica linear das barras da estrutura, utilizando uma matriz de rigidez habitual de uma barra, que se especifica no capítulo 5 do manual de instruções. Permite-se multiplicar a rigidez axial de todos os pilares, ou seja, o valor de **E·Ax / L** da matriz de rigidez da barra, por um determinado factor, com valor compreendido entre 1,0 e 100,0. Se o factor possuir o valor de **1,0** os resultados são equivalentes aos obtidos em versões anteriores à 3.4. Esta função serve para diminuir o efeito de encurtamento dos pilares em estruturas com muitos pisos. Um valor usual a adoptar será entre 2,0 e 5,0. Adicionou-se a possibilidade de definir 2 factores multiplicadores independentes em função do material:

- Pilares de Betão. Por defeito o valor é de 2,0
- Pilares de outros materiais. Por defeito o valor é de 1,0




É igualmente possível modificar o valor de **Ax** da base de dados de perfis/secções na proporção pretendida. Esta opção permite realizar o mesmo efeito de uma forma menos automática.

A utilidade desta opção é fundamentalmente aplicável a pilares de betão, quando se pretende evitar o efeito de encurtamento dos pilares. Quando se utiliza em betão valores dentre 2,0 a 5,0, os pilares são menos indeformáveis no seu eixo longitudinal, pelo que o encurtamento vertical dos nós inferior e superior dos mesmos será menor. Esta opção aumenta os momentos negativos nas vigas de pisos altos.

**Métodos de cálculo** Eliminaram-se os métodos de cálculo de esforços clássicos de cálculo de esforços "Avançado", "Clássico" e "Iterativo", deixando apenas o método de "Altas Prestações". O motivo é a pouca utilidade de dispor de outros métodos de cálculo de esforços, que são consideravelmente mais lentos comparativamente com o de "Altas prestações".

.

# Deslocamentos e imperfeições iniciais

Inclui-se a possibilidade de considerar os efeitos das imperfeições iniciais globais devido aos desvios geométricos de fabricação e de construção da estrutura. Tanto a Norma **CTE DB SE-A** no seu artigo **5.4.1 Imperfeições geométricas** como o **Eurocódigo 3** no seu artigo **5.3.2 Imperfections for global analysis of frames,** citam a necessidade de ter em conta estas imperfeições (Ver manual de Instruções).

# Cálculo de efeitos de 2ª Ordem real

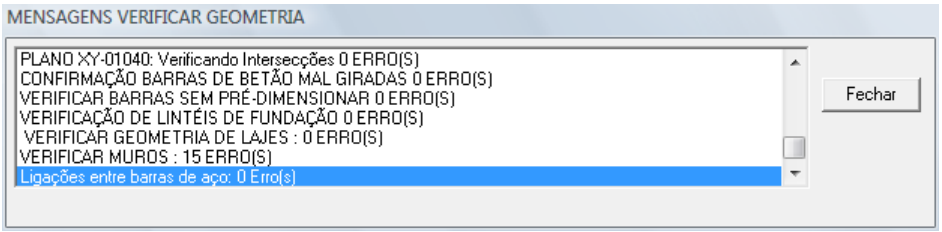
Existe a possibilidade de realizar um cálculo de 2ª Ordem real elástico e que oferece uma série de opções para configurar este cálculo. Podem ter-se em conta os efeitos das deformações sofridas pela estrutura no momento de colocação em carga da mesma. O método adoptado é o que se na **EHE** no seu artigo **21.3.5 Métodos simplificados de análise em teoria de segunda Ordem**, consiste num cálculo iterativo elástico (diagramas de tensão – deformação constantes para as barras) que finalizará quando se satisfaçam as condições de convergência impostas pelo utilizador.

Tal como o desaprumo, tanto a normativa europeia (artigo **5.2 Global analysis** do **Euro código 3**), como a espanhola (artigo **5.3 Estabilidade lateral global** do **CTE DB SE-A** e artigo **43 Estado limite de instabilidade** da **EHE**) e a **UNE-En 12810-1** de **Andaimes de fachada de componentes pré-fabricados,** obrigam a ter em conta estes efeitos através de 2ª Ordem real em determinados casos, não admitindo o cálculo em 2ª Ordem por coeficientes de amplificação.

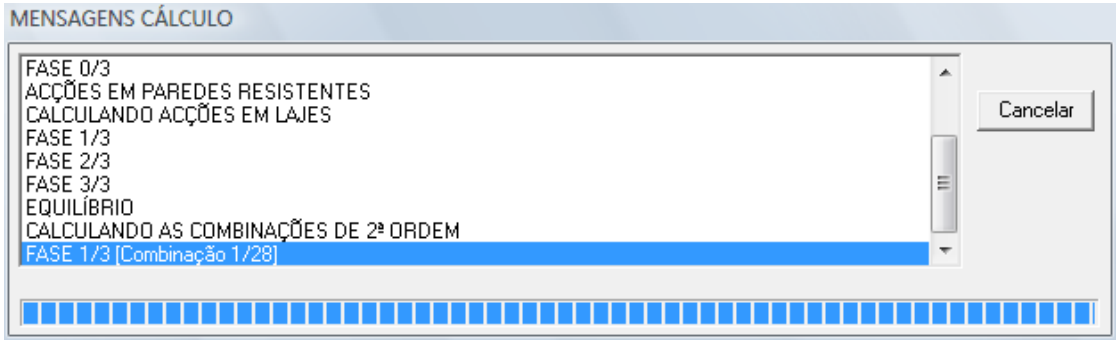
Modificaram-se as funções de armaduras e comprovação de barras de betão, aço e madeira para utilizar os valores procedentes do cálculo em 2ª Ordem (Ver no manual de Instruções o significado de cada um dos parâmetros).

# Cálculo de esforços

- **Cálculo>Esforços>Calcular:** Seleccionando esta função, calculam-se os esforços nas barras da estrutura. Primeiramente, uma caixa de diálogo pergunta se deseja verificar a geometria, o que equivale a seleccionar a função **Geometria>Verificar.** Se já realizou esta verificação, e resultou correcta, ou se tem a certeza de que a estrutura não tem erros na sua definição geométrica, pode-se responder negativamente. Em caso contrário, é conveniente efectuar a verificação, pelo menos uma vez. Se não realiza a verificação e no processo de cálculo se detectam erros na geometria, aparece a mensagem **Impossível realizar o cálculo**.


MENSAGENS VERIFICAR GEOMETRIA
PLANO XY-01040: Verificando Intersecções 0 ERRO(S)
CONFIRMAÇÃO BARRAS DE BETÃO MAL GIRADAS 0 ERRO(S)
VERIFICAR BARRAS SEM PRÉ-DIMENSIONAR 0 ERRO(S)
VERIFICAÇÃO DE LINTÉIS DE FUNDAÇÃO 0 ERRO(S)
VERIFICAR GEOMETRIA DE LAJES : 0 ERRO(S)
VERIFICAR MUROS : 15 ERRO(S)
Ligações entre barras de aço: 0 Erro(s)
Fechar

Enquanto se está a realizar o cálculo, aparece no ecrã uma caixa de diálogo onde se mostram as mensagens que indicam as várias fases de cálculo em que se encontra. Estas mensagens são as seguintes:

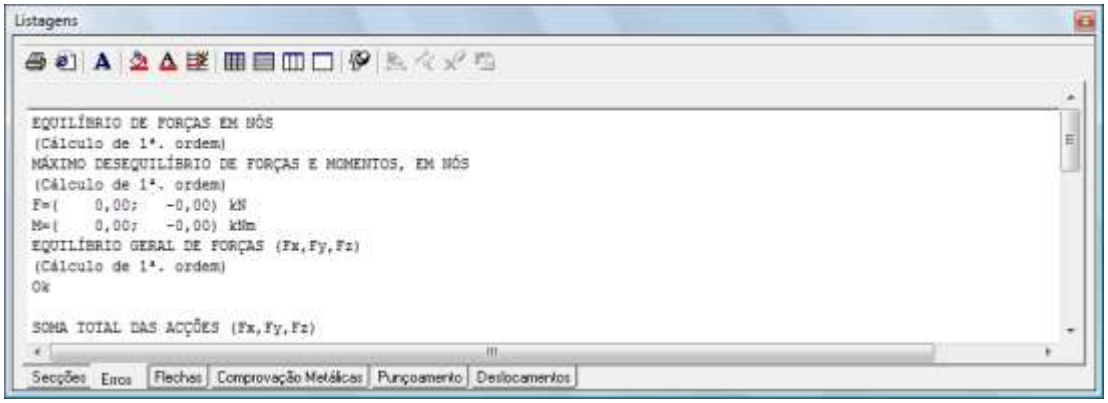



| | |
|---|---|
| **Mensagem** | **ARMAZENANDO ESTRUTURA** |
| **Descrição** | Guardam-se automaticamente todos os dados da estrutura. |
| **Mensagem** | **LARGURA DE BANDA OPTIMIZADA** |
| **Descrição** | O programa renumera os nós da estrutura para reduzir o tempo de cálculo. |
| **Mensagem** | **TAMANHO DA MATRIZ DE RIGIDEZ:** |
| **Descrição** | O programa indica o espaço que a matriz de rigidez ocupa em memória ou em disco. |
| **Mensagem** | **FASE 0/3** |
| **Descrição** | Comprovam-se os dados de cada barra e cria-se a matriz de rigidez. |
| **Mensagem** | **FASE 1/3** |
| **Descrição** | Resolve-se o sistema de equações. |
| **Mensagem** | **FASE 2/3** |
| **Descrição** | Calculam-se os deslocamentos dos nós. |
| **Mensagem** | **FASE 3/3** |
| **Descrição** | Calculam-se os esforços nas barras, em função dos deslocamentos obtidos anteriormente. |
| **Mensagem** | **COMPROVANDO EQUILÍBRIO** |
| **Descrição** | Comprova-se o equilibro de cada nó, assim como o equilibro geral da estrutura. |

Uma vez efectuado o cálculo de esforços, é possível solicitar os resultados numéricos e os diagramas correspondentes através do menu **Resultados** (capítulo 7).

Se na comprovação de equilibro da estrutura, o programa detecta um desequilíbrio (em nó ou geral) superior ao limite fixado na função **Cálculo>Esforços>Opções...**, aparece no ecrã uma mensagem indicando tal situação e uma janela onde aparecem os desequilíbrios encontrados.

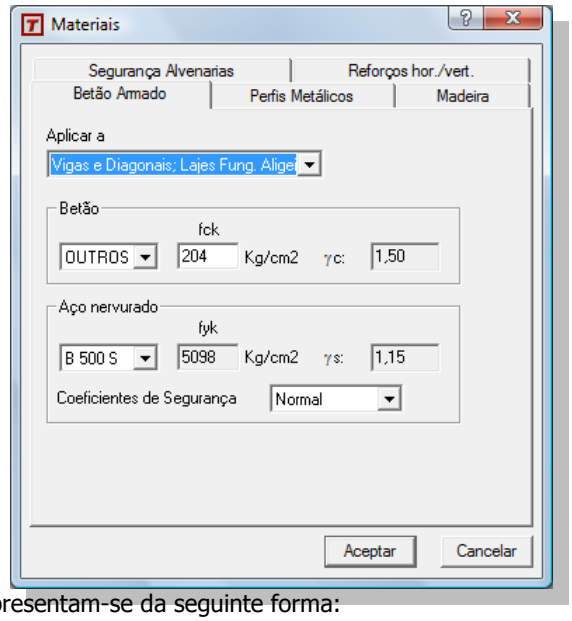
- **Cálculo>Esforços>Equilíbrio...:** Além do indicado na função anterior, com esta função pode-se solicitar em qualquer momento a listagem de equilíbrio de uma estrutura na qual se tenham calculado os esforços. Aqui são igualmente listados o total das acções existentes na estrutura e separados por hipóteses.




- **Cálculo>Esforços>Cálculo da Modelação...:** Esta função permite ao utilizador modelar as paredes resistentes de elementos finitos, bem como outros elementos tridimensionais, antes da fase de cálculo.

## Definição dos materiais

Na caixa de diálogo de **Cálculo>Materiais...** o separador **Betão armado** inclui a possibilidade de seleccionar diferentes grupos de elementos para atribuir os seus materiais. Para as barras, existe o grupo de **Vigas e diagonais; lajes maciças** e outro grupo diferente para **Pilares e Consolas curtas**. Desta forma podem ser atribuídas diferentes tipos de betão e de aço para vigas e pilares na mesma estrutura.




Os separadores e grupos apresentam-se da seguinte forma:

- **Betão Armado**

  Vigas e Diagonais; Lajes Fungiformes aligeiradas e maciças; Escadas e Rampas

  Pilares e Consolas Curtas

  Sapatas e Estacas

Muros de Cave/Contenção
Lajes de Fundação
Paredes Resistentes de Betão
Dinteles/Enchimentos Paredes Resistentes (T-10, 13 e 17)
Sapatas Muros Resistentes (T-10, 13 e 17)
TODOS

- **Perfis metálicos**

Aço Barras
Dinteles metálicos Paredes de Peças (Alvenaria, Blocos de Betão, Pedras e Outros)
TODOS

- **Madeira**
- **Segurança Alvenarias** (coeficientes de minoração) (T-10, 13 e 17)
- **Reforços Horizontal/Vertical**

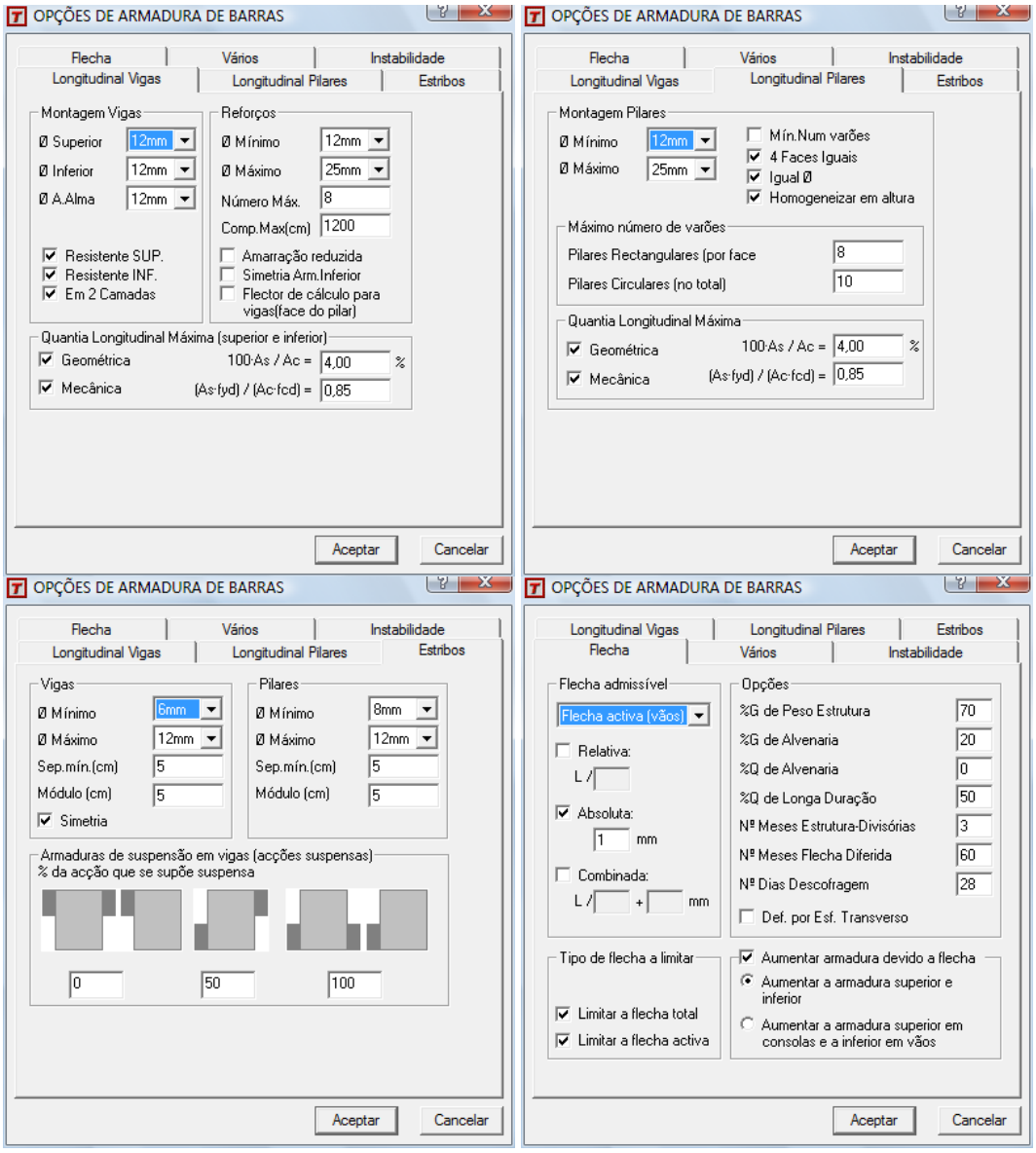
Juntas
Armadura ou reforços verticais
TODOS

| Opção | Descrição |
|---|---|
| **Betão** | Tipo de betão armado utilizado. Além dos betões normalizados, é possível escolher **OUTROS,** com o qual se pode aceder ao campo $\mathbf{f_{ck}}$ para introduzir qualquer outra resistência característica (em kg/cm² ou MPa). |
| **Aço nervurado** | Tipo de aço nervurado utilizado na armadura das barras de betão. Igualmente, pode utilizar aço de resistência não normalizada. |
| **Perfil Metálico** | Tipo de aço utilizado nos perfis metálicos da estrutura. |
| **Coeficientes de Segurança** | |
| | Permite fixar os coeficientes de minoração dos materiais utilizados, em função do nível de controlo de execução da estrutura. |
| **Dureza** | Permite indicar a dureza do aço nervurado, que pode ser **natural** ou endurecido **a frio.** |
| $\gamma_{M0}$, $\gamma_{M1}$ e $\gamma_{M2}$ | São os coeficientes de segurança dos perfis metálicos. Se as secções são comprovadas de acordo com a Norma NBE-EA-95 (só para Espanha), só se utiliza $\gamma_{M0}$. Se forem comprovadas de acordo com o EC-3, utilizam-se também $\gamma_{M1}$ e $\gamma_{M2}$. |

# Opções do cálculo de armaduras

- **Cálculo>Armaduras>Opções>Gerais...:** Esta função apresenta no ecrã uma caixa de diálogo, onde se encontram as opções que fixam os critérios de armadura de todas as barras (vigas e pilares) de betão armado introduzidas na estrutura.

  O significado de cada opção desta caixa de diálogo pode-se encontrar no capítulo 14 do **Manual de Instruções de** Tricalc**.**



- **Cálculo>Armaduras>Opções>Atribuir...:** Esta função permite atribuir opções de armadura particulares para uma barra ou um grupo de barras. No ecrã aparece uma caixa de diálogo na qual é possível seleccionar as barras individualmente (pilares ou vigas/diagonais), ou agrupadas por cotas, ou por pórticos (Figura 35). Ao pressionar o botão **Opções...,** acede-se à caixa de diálogo **OPÇÕES DE ARMADURA**, cujo funcionamento é igual ao da função **...>Opções>Gerais...**.
- **Opções>Modificar...:** Esta função permite modificar ou eliminar as opções de armadura particulares definidas mediante a função **...>Opções>Atribuir....**
- **Opções>Ver:** Esta função permite ver, mas não modificar, as opções de armadura particulares das barras.

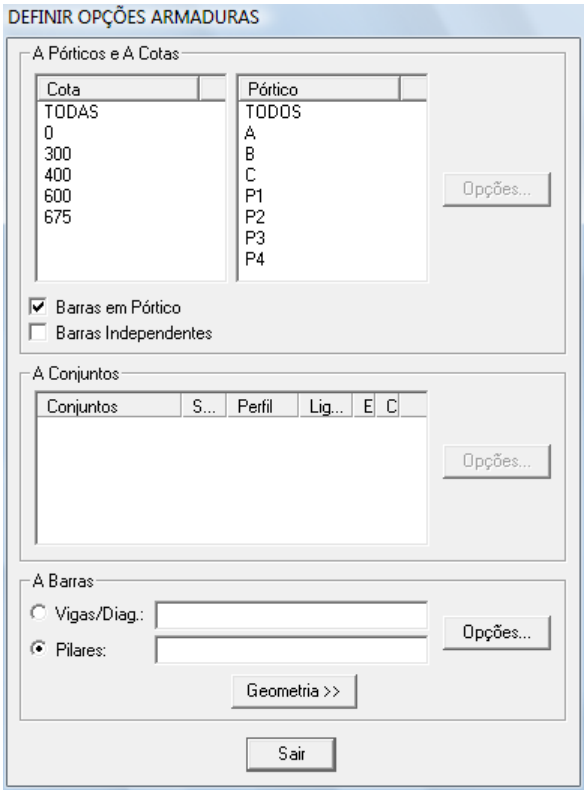
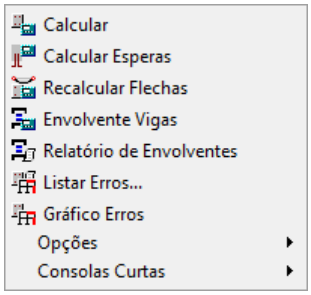



Figura 35: Caixa de diálogo da função Cálculo>Armaduras>Opções>Atribuir....

# Cálculo da armadura

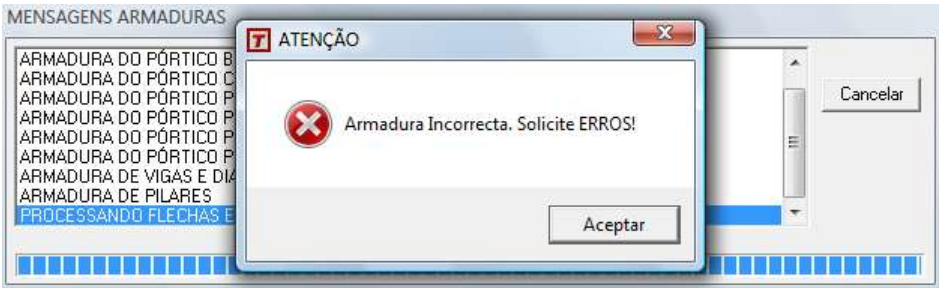



Antes de solicitar o cálculo das armaduras das barras de betão, é preciso ter realizado o cálculo de esforços. Caso contrário, estas funções aparecerão desactivadas.

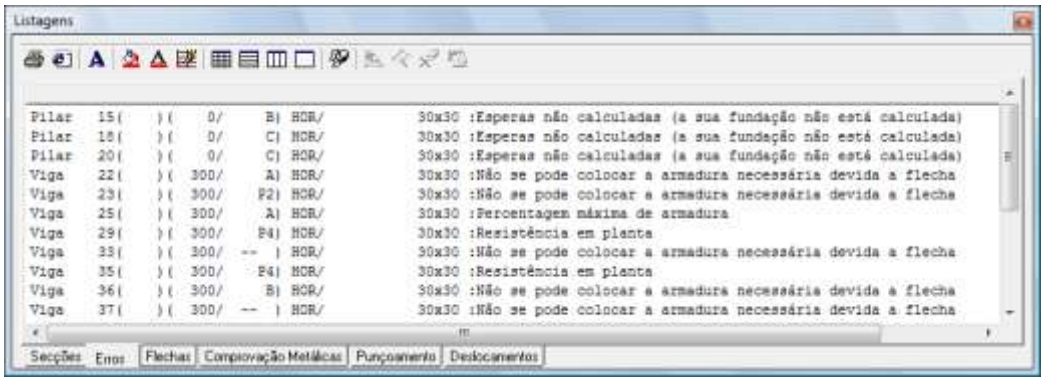
- **Calcular:** Esta função calcula a armadura das vigas e dos pilares de betão armado da estrutura. Tal como no cálculo de esforços, enquanto se produz o cálculo, aparecem as mensagens que correspondem ao processo em curso.

  Se a armadura de todas as barras for calculada sem se produzirem incompatibilidades com as opções definidas, aparecerá a mensagem **"Armadura Finalizada".** A partir desse momento, será possível solicitar todos os resultados numéricos e gráficos da armadura das barras da estrutura, no menu **Resultados.**

  Se a armadura não se pode finalizar correctamente, aparece em ecrã a mensagem **"Armadura Incorrecta. Solicite ERROS!"**, pelo que se deve seleccionar a função **...>Listar Erros....**




- **Listar Erros...:** Esta função mostra uma listagem no ecrã onde se enumeram as barras com erros no processo de armadura, assim como o tipo de erro detectado. Nesta caixa é possível seleccionar os erros e visualizar a sua localização na estrutura através do ícone **Ver barra, nó,...**, atribuir opções particulares de cálculo de armaduras com o ícone **Opções particulares** e alterar a secção no ícone **Atribuir pré-dimensionamento**.


Listagens
Pilar 15( )( 0/ B) HOR/ 30x30 :Esperas não calculadas (a sua fundação não está calculada)
Pilar 18( )( 0/ C) HOR/ 30x30 :Esperas não calculadas (a sua fundação não está calculada)
Pilar 20( )( 0/ C) HOR/ 30x30 :Esperas não calculadas (a sua fundação não está calculada)
Viga 22( )( 300/ A) HOR/ 30x30 :Não se pode colocar a armadura necessária devida a flecha
Viga 23( )( 300/ P2) HOR/ 30x30 :Não se pode colocar a armadura necessária devida a flecha
Viga 25( )( 300/ A) HOR/ 30x30 :Percentagem máxima de armadura
Viga 29( )( 300/ P4) HOR/ 30x30 :Resistência em planta
Viga 33( )( 300/ -- ) HOR/ 30x30 :Não se pode colocar a armadura necessária devida a flecha
Viga 35( )( 300/ P4) HOR/ 30x30 :Resistência em planta
Viga 36( )( 300/ B) HOR/ 30x30 :Não se pode colocar a armadura necessária devida a flecha
Viga 37( )( 300/ -- ) HOR/ 30x30 :Não se pode colocar a armadura necessária devida a flecha
Secções Erros Flechas Comprovação Metálicas Punçoamento Deslocamentos

- **Gráfico Erros:** Esta função mostra graficamente as barras com erros de armadura, representando-as na cor vermelha.
- **Recalcular Flechas:** Como se expõe no capítulo 7, ao solicitar uma listagem de flechas das vigas de betão armado, o programa mostra as que não cumprem a limitação imposta, podendo o utilizador modificar a armadura destas vigas com as funções de retoque. Nestes casos, a função **...>Recalcular Flechas** realiza uma nova comprovação das deformações nas vigas, tendo em conta os retoques realizados na armadura.

## Armadura de pórticos

Como já se expôs no capítulo 3, uma vez que Tricalc é um programa de cálculo espacial, a definição de pórticos é desnecessária para efeitos da obtenção de esforços. Por outro lado, é útil no que se refere à apresentação dos desenhos de armaduras. Por defeito, o programa mostra a armadura das vigas como barras independentes. Em contrapartida, quando se definem pórticos, as armaduras passam a ser representadas como as de uma viga contínua (Figura 36).

Os pórticos são planos verticais ilimitados que se definem através de dois pontos (veja o capítulo 3). Um pórtico pode ser um único plano vertical ou vários. Um nó ou uma barra pertence a um pórtico se estiver contida dentro de algum dos seus planos.

A definição de pórticos é, portanto, independente da obtenção de esforços, podendo inclusive realizar-se posteriormente ao cálculo de esforços. No entanto, quando se modificam os pórticos após de ter calculado a armadura, será necessário recalcular a armadura.

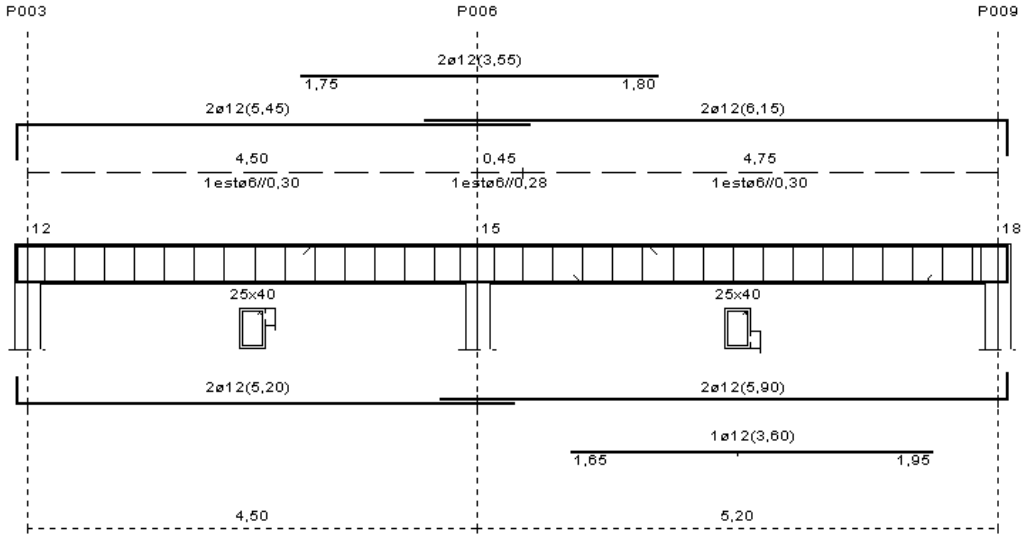
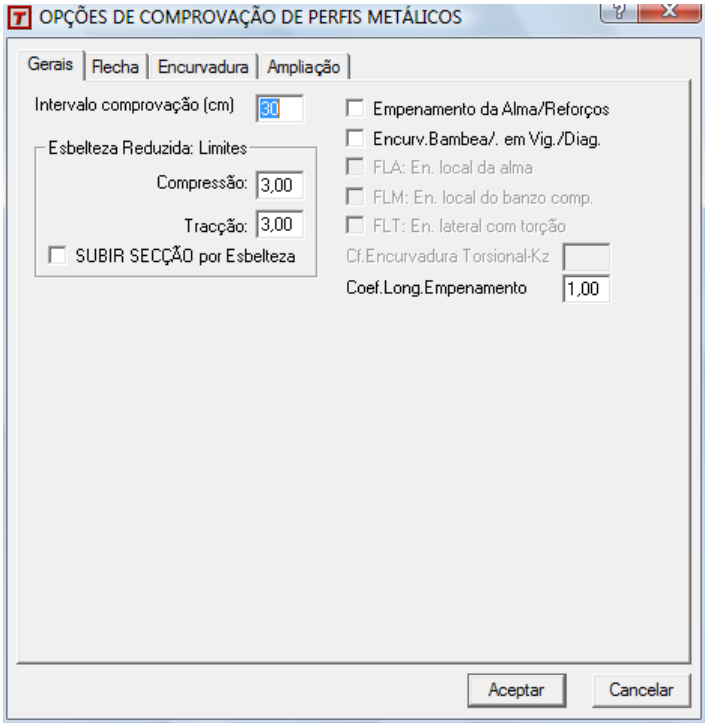



Figura 36: Armadura em continuidade de duas vigas pertencentes a um pórtico.

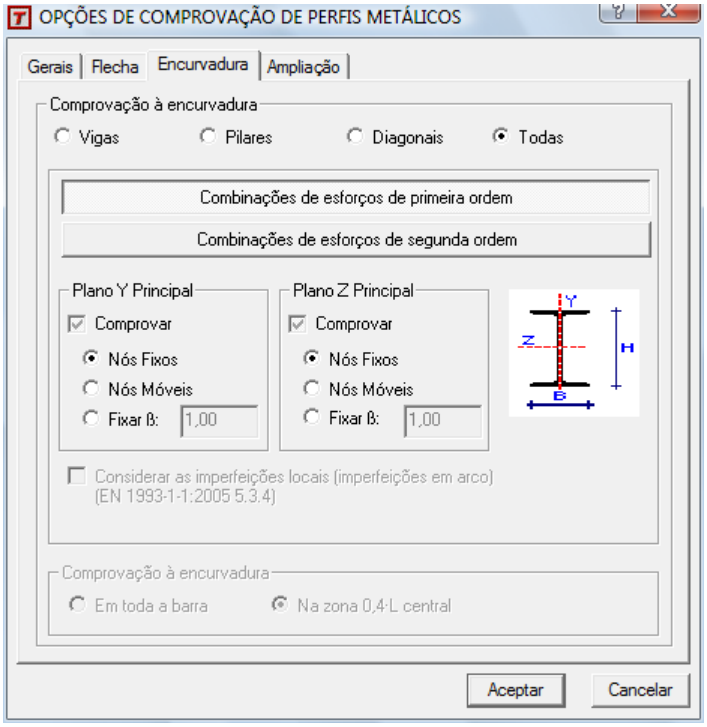
# Opções do cálculo dos perfis metálicos

- **Cálculo>Secções Metálicas>Opções>Gerais...:** Esta função apresenta no ecrã uma caixa de diálogo, onde se encontram as opções que fixam os critérios de comprovação de todos os perfis metálicos introduzidos na estrutura.

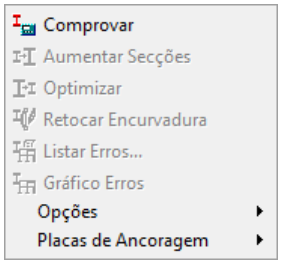



O significado de cada opção desta caixa de diálogo pode-se encontrar no capítulo 17 do **Manual de Instruções de** Tricalc**.**

- **Opções>Atribuir...:** Esta função permite atribuir opções de comprovação particulares para um perfil ou um grupo de perfis metálicos. No ecrã aparece uma caixa de diálogo na qual é possível seleccionar as barras individualmente (pilares ou vigas/diagonais) ou agrupadas por cotas ou por pórticos. Ao pressionar o botão **Opções...**, acede-se à caixa de diálogo **OPÇÕES COMPROVAÇÃO,** cujo funcionamento é igual ao da função **...>Opções> Gerais...**.
- **Opções>Modificar...:** Esta função permite modificar ou eliminar as opções de comprovação particulares definidas com a função **...>Opções>Atribuir....**
- **Opções>Ver:** Esta função permite ver, mas não modificar, as opções de comprovação particulares de um perfil.



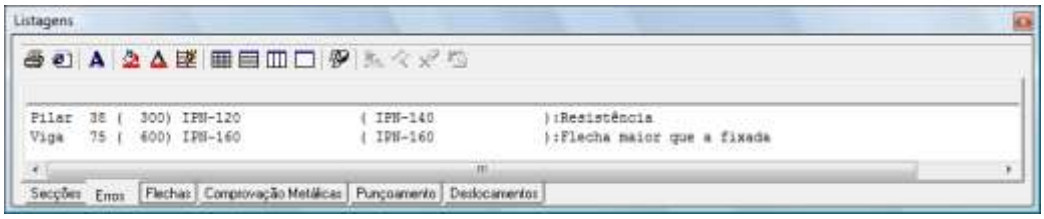

## Comprovação das secções metálicas




Para solicitar a comprovação das secções metálicas, é preciso ter realizado o cálculo de esforços. Se não for assim, as funções de comprovação não estarão activadas.

O módulo Tricalc-3 comprova de acordo com o EC-3 ou conforme a opção de regulamentação seleccionada, as secções de todos os perfis metálicos.

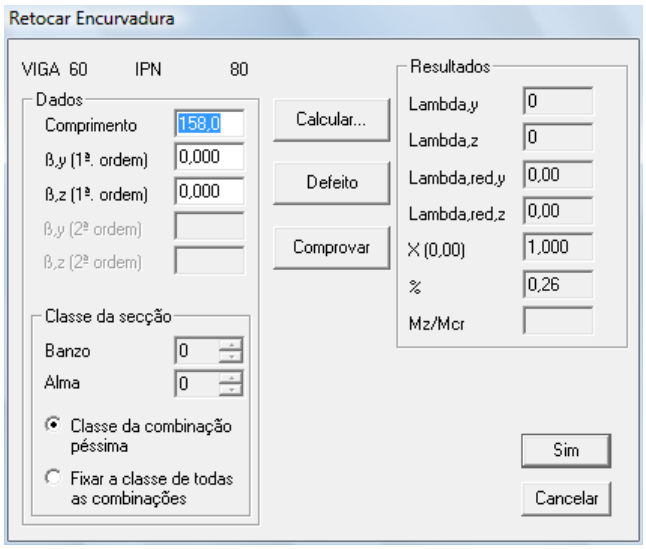
- **Cálculo>Secções Metálicas>Comprovar:** Esta função realiza a comprovação das secções metálicas da estrutura. Uma vez comprovadas, se são detectados perfis que não cumprem, aparecerá a mensagem **"Secção(es) Insuficiente(s). Solicite ERROS!".** Neste caso, tal como na armadura de betão armado, deve-se solicitar a listagem de erros.
- **Listar Erros...:** Esta função mostra uma listagem com os perfis metálicos que não cumprem, indicando o erro detectado. Entre parênteses, aparece o perfil que previsivelmente cumpriria as tensões calculadas, caso a distribuição de inércias da estrutura se mantivesse.


Listagens
Pilar 36 ( 300) IPN-120 ( IPN-140 ):Resistência
Viga 75 ( 600) IPN-160 ( IPN-160 ):Flecha maior que a fixada
Secções Erros Flechas Comprovação Metálicas Punçoamento Deslocamentos

- **Gráfico Erros:** Esta função desenha os perfis que não cumprem na cor vermelha e indica o perfil que previsivelmente cumpriria, caso as distribuições de inércia da estrutura se mantivessem.
- **Aumentar Secções:** Esta função atribui automaticamente os perfis propostos na listagem de erros. Ao mudar o pré-dimensionamento, perdem-se os esforços calculados, sendo necessário solicitar de novo o cálculo de esforços e a comprovação de secções metálicas.

  Ao modificar várias secções, modifica-se igualmente a distribuição de esforços entre os perfis da estrutura, pelo que é possível que as secções propostas pelo programa sejam ainda insuficientes, ou se encontrem sobredimensionadas. É possível, também, que perfis que antes cumpriam por uma margem estreita, passem a ser insuficientes depois da redistribuição de secções (inércias). Por isso, é preciso rever novamente a estrutura, introduzir um novo pré-dimensionamento e voltar a calcular.
- **Optimizar:** Esta função diminui a secção dos perfis sobredimensionados, até ao mínimo perfil da série que previsivelmente cumpriria os esforços calculados. Além do mais, esta função também incrementa as secções dos perfis que não cumpram, como o faria a função **...>Subir Secções.**

  De forma similar à função **...>Aumentar Secções**, depois de se seleccionar esta função tem que se solicitar o cálculo de esforços da estrutura.
- **Retocar Encurvadura:** Esta função permite modificar de forma manual o **comprimento real** do perfil e os coeficientes **de encurvadura** nos dois planos**($\beta_Y$ e $\beta_Z$).** Ao seleccionar a função, selecciona-se graficamente o perfil escolhido, com o que aparece a caixa de diálogo **RETOCAR ENCURVADURA.** Nela, modificam-se os dados de encurvadura, e pressiona-se o botão **Calcular....** O programa mostrará as novas **esbeltezas ($\lambda_Y$ e $\lambda_Z$)**, o **coeficiente de encurvadura ($\omega$)**, a **tensão máxima (s)** e o **coeficiente de segurança à encurvadura lateral (Mz/Mcr)**, para os dados introduzidos.




- **Placas de ancoragem:** Esta função permite aceder ao sub-menu de definição das opções de cálculo das placas de ancoragem. As placas de ancoragem são calculadas pelo método dos elementos finitos.

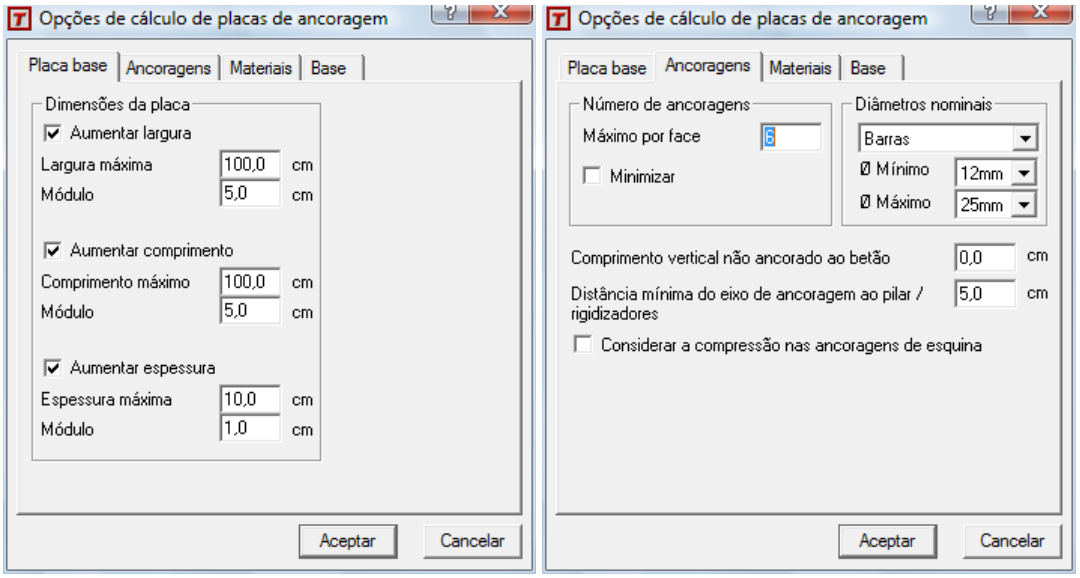
Na caixa **Opções de cálculo de placas de ancoragem** da função **...>Placas de Ancoragem>Opções>Gerais** é possível definir:

As dimensões máximas (largura, comprimento e espessura) da placa e o passo de aumento das mesmas.

É ainda possível definir o número de ancoragens pretendido, os diâmetros mínimos e máximos para as barras a utilizar, o comprimento vertical não ancorado ao betão e a distância mínima do eixo das ancoragens ao pilar ou rigizadores.

O programa permite ainda a consideração da compressão nas ancoragens de esquina.

Pode calcular uma placa de ancoragem sem se ter definido um apoio para a mesma, no separador **Base**, introduzir uma base fictícia, calculando-se assim só a placa de ancoragem.



# Capítulo 9

# Resultados

**INTRODUÇÃO**

- Neste capítulo explicam-se os resultados gráficos e numéricos que se podem obter com os módulos Tricalc.1, Tricalc.2 e Tricalc.3.

**OBJECTIVOS**

- O utilizador conhecerá e poderá solicitar as saídas de resultados proporcionadas pelo programa, nas diferentes fases do cálculo de uma estrutura. Também poderá modificar os formatos das listagens e gráficos, assim como variar as opções de impressão.

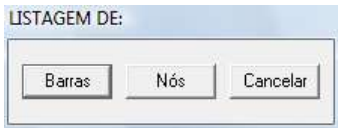
## Submenu de listagens: *Resultados>Listagens*

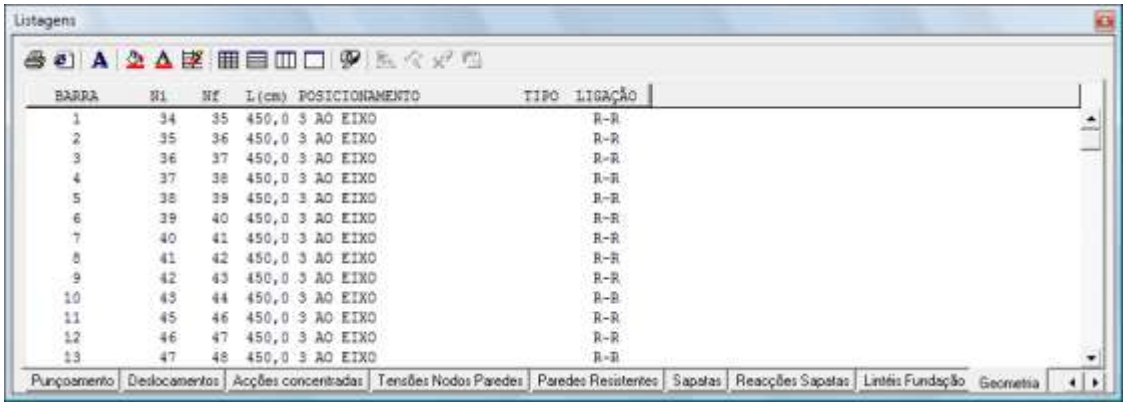
Dentro do submenu **Resultados>Listagens** encontram-se as funções que permitem solicitar os resultados numéricos proporcionados pelo programa.

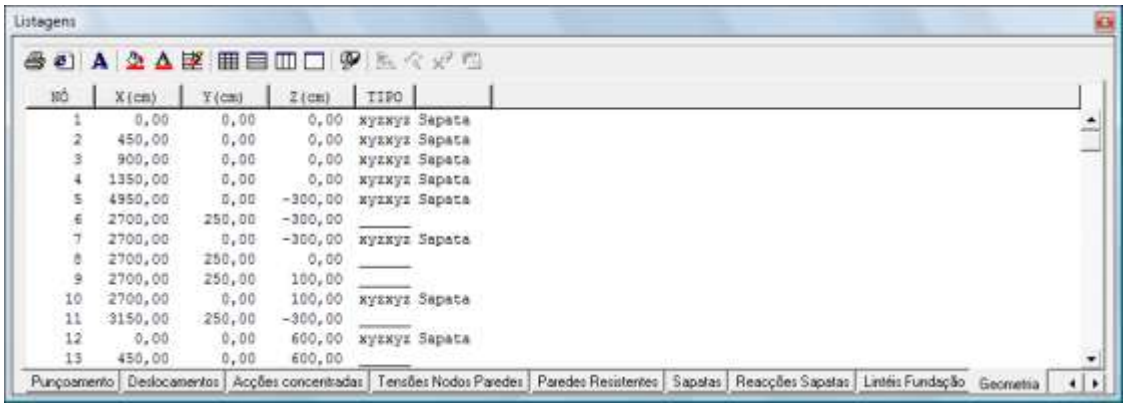
| | |
|---|---|
| **Opções...** | Esta função permite aceder a uma caixa de diálogo onde se podem modificar as opções das listagens. Para mais informações pode-se recorrer ao Manual de Instruções. |
| **Fechar Janelas** | Quando se solicitam listagens no ecrã, podem surgir várias janelas. Esta função permite eliminar do ecrã todas as janelas de listagens. |

## Listagem de *Geometria*

Esta função gera uma listagem com os dados geométricos das barras ou dos nós da estrutura que se seleccionem graficamente. Ao executar a função, uma caixa de diálogo oferece os dois tipos de listagem disponíveis: **Barras** e **Nós.**





Listagens
BARRA N1 Nf L(cm) POSICIONAMENTO TIPO LIGAÇÃO
1 34 35 450,0 3 AO EIXO R-R
2 35 36 450,0 3 AO EIXO R-R
3 36 37 450,0 3 AO EIXO R-R
4 37 38 450,0 3 AO EIXO R-R
5 38 39 450,0 3 AO EIXO R-R
6 39 40 450,0 3 AO EIXO R-R
7 40 41 450,0 3 AO EIXO R-R
8 41 42 450,0 3 AO EIXO R-R
9 42 43 450,0 3 AO EIXO R-R
10 43 44 450,0 3 AO EIXO R-R
11 45 46 450,0 3 AO EIXO R-R
12 46 47 450,0 3 AO EIXO R-R
13 47 48 450,0 3 AO EIXO R-R
Punçoamento
Deslocamentos
Acções concentradas
Tensões Nodos Paredes
Paredes Resistentes
Sapatas
Reacções Sapatas
Lintéis Fundação
Geometria

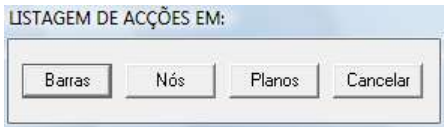


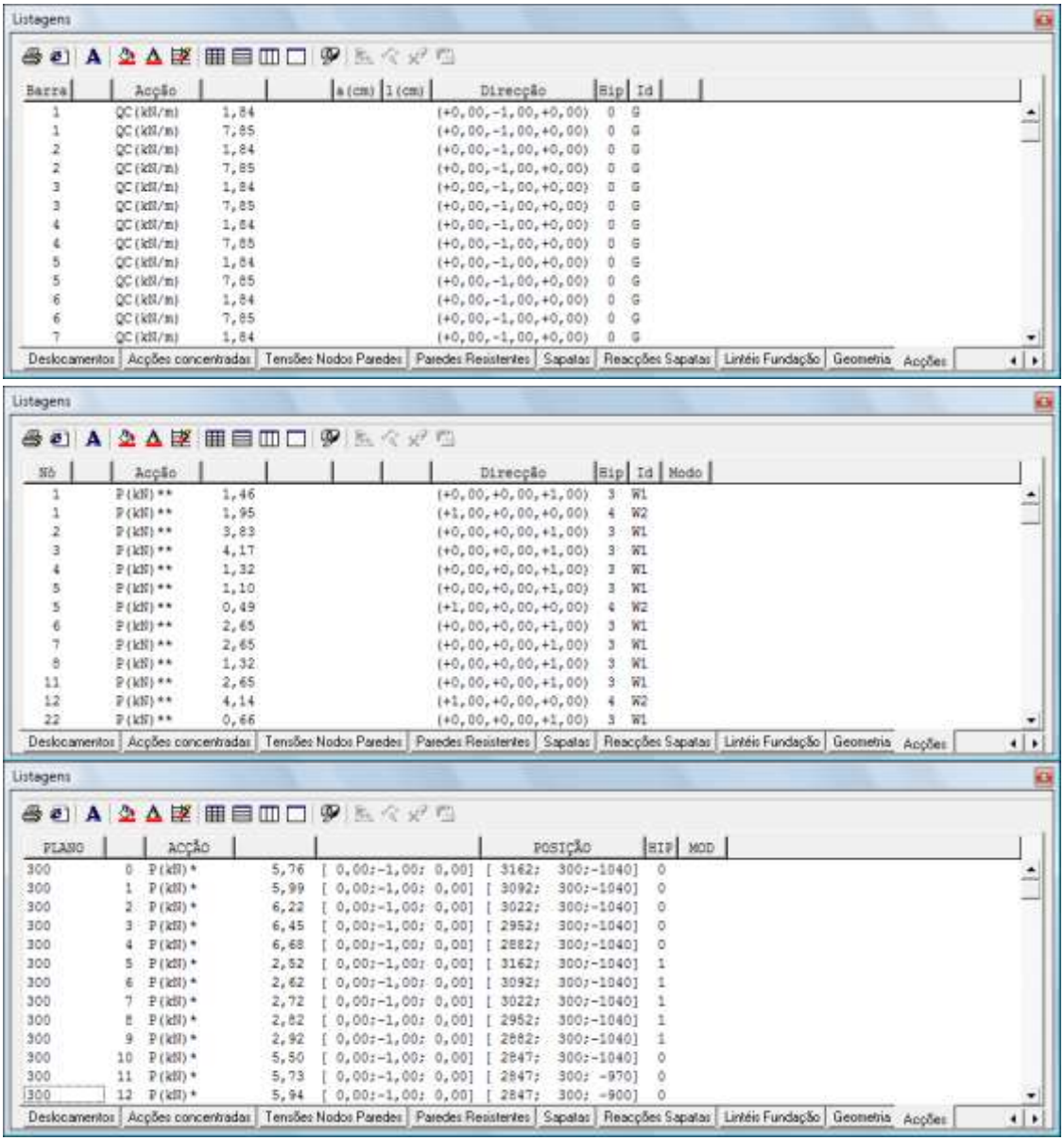

Na listagem de barras, têm-se a seguinte informação: O número e o nome da **barra**, os seus nós inicial (**NI**) e final (**NF**), o comprimento da barra (**L**) em cm, o tipo de posicionamento e o tipo de ligação da barra em cada nó.

Na listagem de nós, figura o número do **nó**, as coordenadas gerais **X, Y** e **Z** em cm e o **tipo** de apoio.

## Listagem de *Acções*

Esta função gera uma listagem com os dados das acções introduzidas nas barras, nos nós ou nos planos da estrutura que se seleccionem graficamente. Ao executar a função, uma caixa de diálogo oferece os três tipos de listagem disponíveis: **Barras, Nós** e **Planos.**



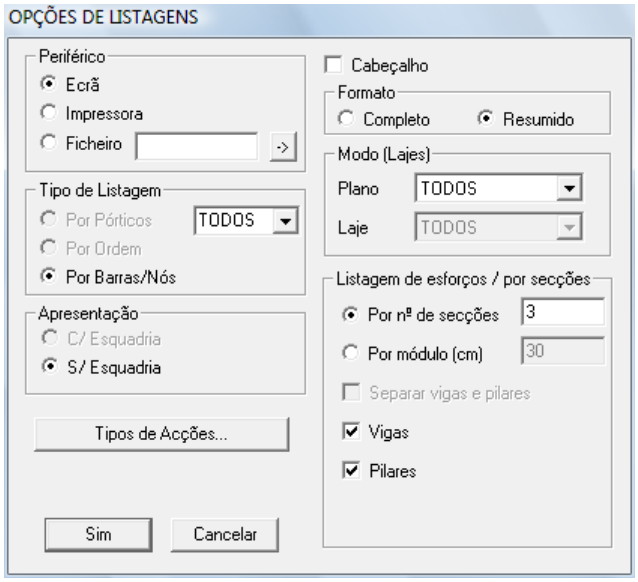


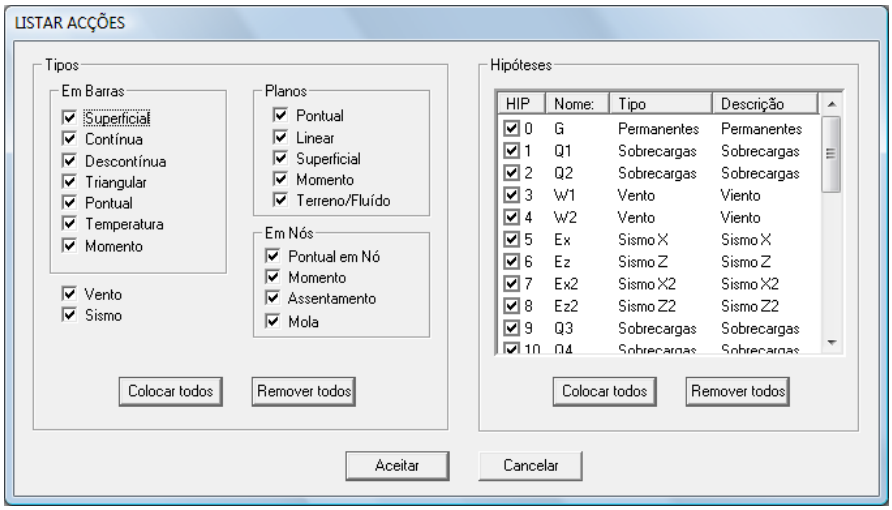

A informação que esta listagem fornece é a seguinte:

| | |
|---|---|
| **Barra, Nó ou Plano** | Número e nome da barra ou nó, ou nome do plano. |
| **ACÇÃO** | Tipo de acção (QC-contínua, P-pontual, QD-descontínua, QT-triangular, etc.) e valor da mesma. |
| **a (cm)** | Em acções descontínuas, este valor indica a distância, em cm, do nó de menor numeração ao inicio da acção. Em acções pontuais, indica a distância do ponto de aplicação da acção ao nó de menor numeração. |
| **I (cm)** | Em acções descontínuas, este valor indica o comprimento da acção, em cm. |

| | |
|---|---|
| **Direcção** | Vector da direcção da acção. |
| **HIP** | Esta coluna indica a hipótese da acção. |
| **POSIÇÃO** | Nas acções aplicadas em planos, esta coluna indica as coordenadas da acção. |

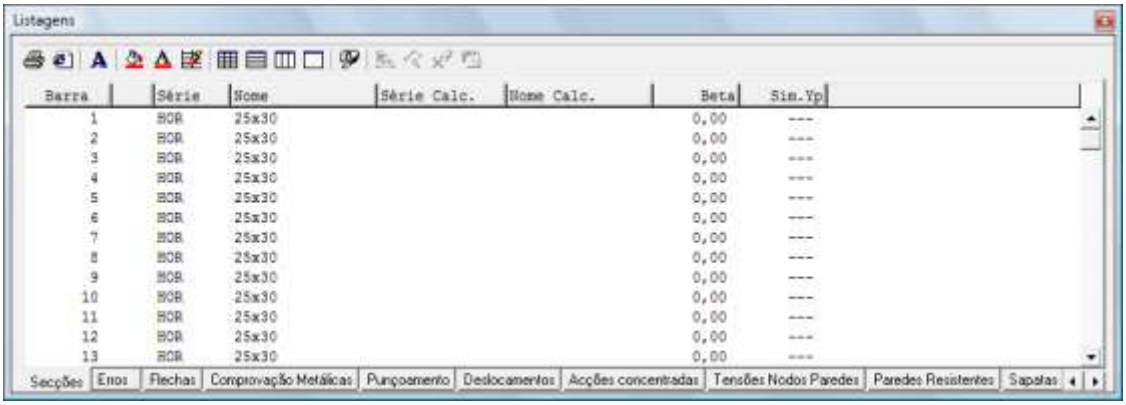
Na caixa de diálogo **Resultados>Listagens>Opções...** podem seleccionar-se os tipos de acção a listar e as hipóteses, na opção **Tipos de Acções...**




## Listagem de Secções

Esta função gera uma listagem com as secções atribuídas a cada barra da estrutura. Existem dois formatos para esta listagem, segundo as opções **Completa** ou **Resumida** seleccionáveis na caixa de opções de listagens. A listagem completa não é permitida para ecrã. A listagem **Resumida** é a seguinte:


Listagens
Barra | Série | Nome | Série Calc. | Nome Calc. | Beta | Sim.Yp
1 BOR 25x30 0,00 ---
2 BOR 25x30 0,00 ---
3 BOR 25x30 0,00 ---
4 BOR 25x30 0,00 ---
5 BOR 25x30 0,00 ---
6 BOR 25x30 0,00 ---
7 BOR 25x30 0,00 ---
8 BOR 25x30 0,00 ---
9 BOR 25x30 0,00 ---
10 BOR 25x30 0,00 ---
11 BOR 25x30 0,00 ---
12 BOR 25x30 0,00 ---
13 BOR 25x30 0,00 ---
Secções | Erros | Flechas | Comprovação Metálicas | Punçoamento | Deslocamentos | Acções concentradas | Tensões Nodos Paredes | Paredes Resistentes | Sapatas

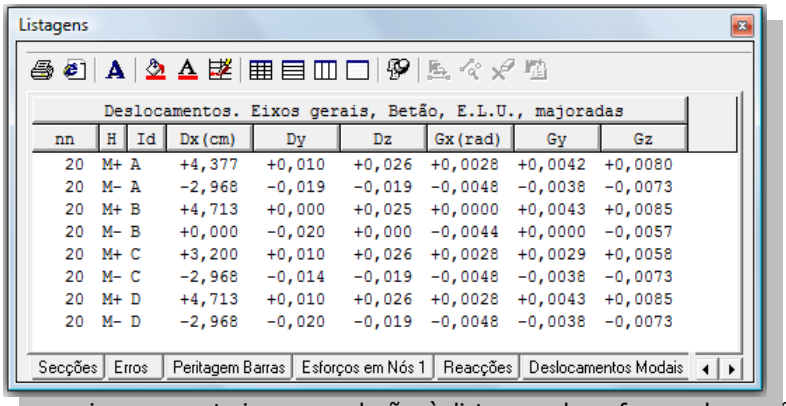
A informação dada nesta listagem é a seguinte:

| | |
|---|---|
| **BARRA** | Número e nome da barra. |
| **SÉRIE** | Designação da secção atribuída à barra. |
| **NOME** | Secção atribuída à barra. |
| **Hmm** | Altura da secção, em mm. (não disponível para ecrã) |
| **Bmm** | Largura da secção, em mm. (não disponível para ecrã) |
| **Lcm** | Comprimento da barra, em cm. (não disponível para ecrã) |
| **beta** | Valor da rotação β entre os eixos locais e os eixos principais, em graus sexagesimais. |

# Listagens: 1ª ordem e 2ª ordem

Todas as listagens incluem informação acerca da procedência das combinações mais desfavoráveis: 1ª Ordem ou de 2ª Ordem.

Como exemplo mostra-se a listagem de **Esforços:**




Como se pode ver na imagem anterior, em relação à listagem de esforços de versões anteriores, adicionam-se quatro grupos de linhas em que se mostram as envolventes de esforços máximos positivos e negativos de 1ª e 2ª Ordem. Inclui-se nestas linhas, como identificadores, as letras A, B, C e D, que têm o seguinte significado:

- **A**: Envolvente das combinações dos resultados obtidos a partir do cálculo de 1ª Ordem, com os mesmos valores, tal como nas versões anteriores.
- **B**: Envolvente das combinações dos resultados obtidos a partir do cálculo de 2ª Ordem, só das combinações consideradas de 2ª Ordem.
- **C**: Envolvente das combinações dos resultados obtidos a partir das combinações calculadas de 1ª Ordem, que não se tenha calculado de 2ª Ordem. Os resultados das combinações C, são os de "A-B".
- **D**: Envolvente das combinações que mostram a envolvente de todas as combinações, quer dizer de todas as calculadas de 1ª Ordem mais todas as calculadas de 2ª Ordem, mais todas as calculadas em ambos.

As linhas destes quatro identificadores (**A**, **B**, **C** e **D**) mostram-se sempre, tanto com a listagem em formato completo como reduzido. As combinações **D** são as utilizadas nas armaduras e comprovação dos elementos da estrutura.

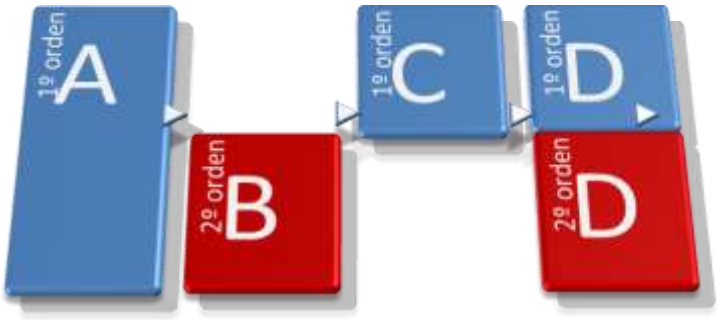
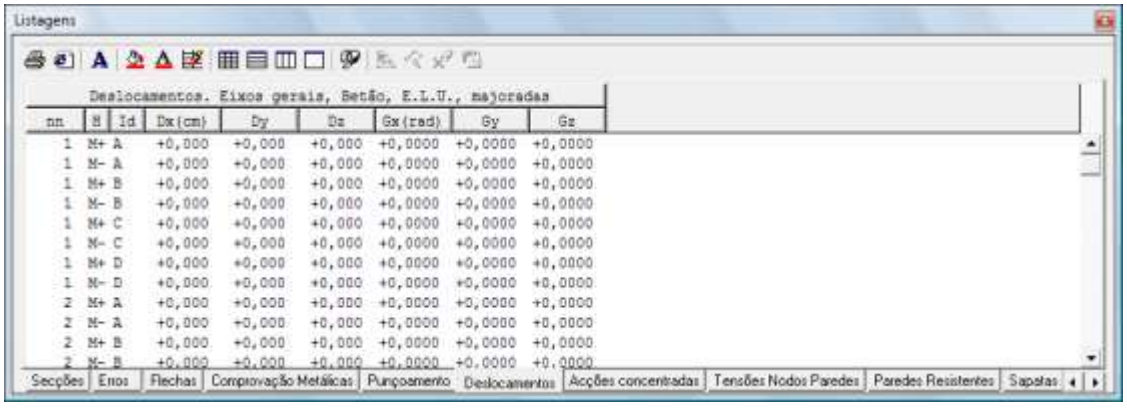



Gráfico que mostra as combinações a considerar no caso de 2ª Ordem (A, B, C e D)

## Listagem de *Esforços>Deslocamentos*

Esta função gera uma listagem com os deslocamentos e as rotações dos nós da estrutura. Na listagem, mostram-se os deslocamentos e as rotações nas hipóteses 0 a 24 cujo valor seja diferente de zero, assim como os máximos positivo e negativo da envolvente das combinações (**M+** e **M-**).

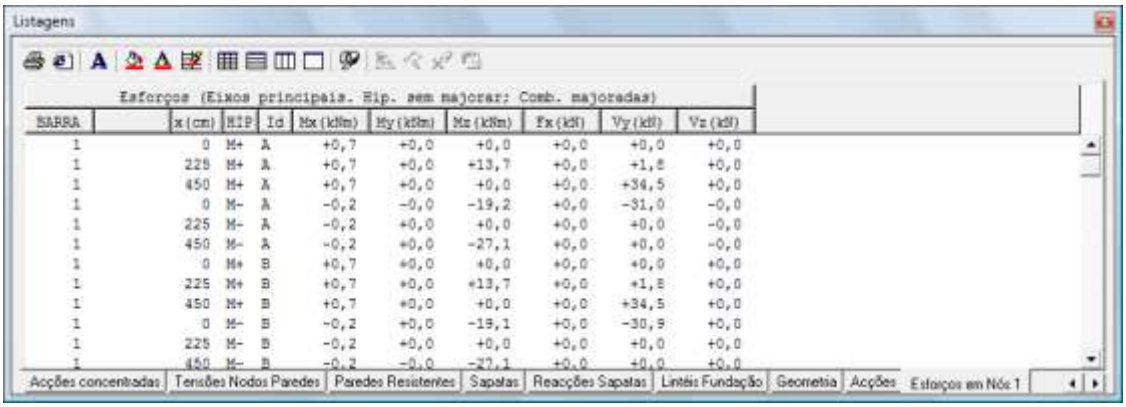


A informação nesta listagem é a seguinte:

| | |
|---|---|
| **NN** | Número do nó. |
| **Tipo** | Indica as restrições ao deslocamento e rotação, segundo os três eixos gerais. Por exemplo, um nó encastrado, que não tem permitida a rotação nem o deslocamento em nenhum dos eixos, figurará como "**XYZXYZ**". Um apoio articulado que tenha restringido o deslocamento mas não a rotação, terá a anotação **"XYZ---".** Um nó livre tem a anotação "**------**". |
| **HIP** | Hipótese da acção. |
| **Dx, Dy** e **Dz** | São os deslocamentos segundo cada um dos eixos gerais (em cm). |
| **Gx, Gy** e **Gz** | Indicam as rotações segundo cada um dos eixos gerais (em radianos). |

## Listagem de *Esforços>Esforços em Nós 1*

Esta função gera uma listagem com os esforços nos nós e em várias secções das barras da estrutura. Na listagem, mostram-se os esforços nas várias secções para as hipóteses 0 a 24 (só para listagem completa) cujo valor seja diferente de zero, assim como os máximos positivos e negativos da envolvente das combinações (**M+** e **M-**) nas mesmas secções. São listados os esforços nos nós de cada barra e tantas secções quantas estejam definidas na caixa de diálogo da função **Resultados>Listagens>Opções...**, no separador **Listagem de esforços/por secções**. Esta listagem permite listar troços das nervuras das lajes maciças ou fungiformes.


Listagens
Esforços (Eixos principais. Hip. sem majorar; Comb. majoradas)
BARRA | x(cm) | HIP | Id | Mx(kNm) | My(kNm) | Mz(kNm) | Fx(kN) | Vy(kN) | Vz(kN)
1 0 M+ A +0,7 +0,0 +0,0 +0,0 +0,0 +0,0
1 225 M+ A +0,7 +0,0 +13,7 +0,0 +1,8 +0,0
1 450 M+ A +0,7 +0,0 +0,0 +0,0 +34,5 +0,0
1 0 M- A -0,2 -0,0 -19,2 +0,0 -31,0 -0,0
1 225 M- A -0,2 +0,0 +0,0 +0,0 +0,0 -0,0
1 450 M- A -0,2 +0,0 -27,1 +0,0 +0,0 -0,0
1 0 M+ B +0,7 +0,0 +0,0 +0,0 +0,0 +0,0
1 225 M+ B +0,7 +0,0 +13,7 +0,0 +1,8 +0,0
1 450 M+ B +0,7 +0,0 +0,0 +0,0 +34,5 +0,0
1 0 M- B -0,2 +0,0 -19,1 +0,0 -30,9 +0,0
1 225 M- B -0,2 +0,0 +0,0 +0,0 +0,0 +0,0
1 450 M- B -0,2 -0,0 -27,1 +0,0 +0,0 +0,0
Acções concentradas
Tensões Nodos Paredes
Paredes Resistentes
Sapatas
Reacções Sapatas
Lintéis Fundação
Geometria
Acções
Esforços em Nós 1

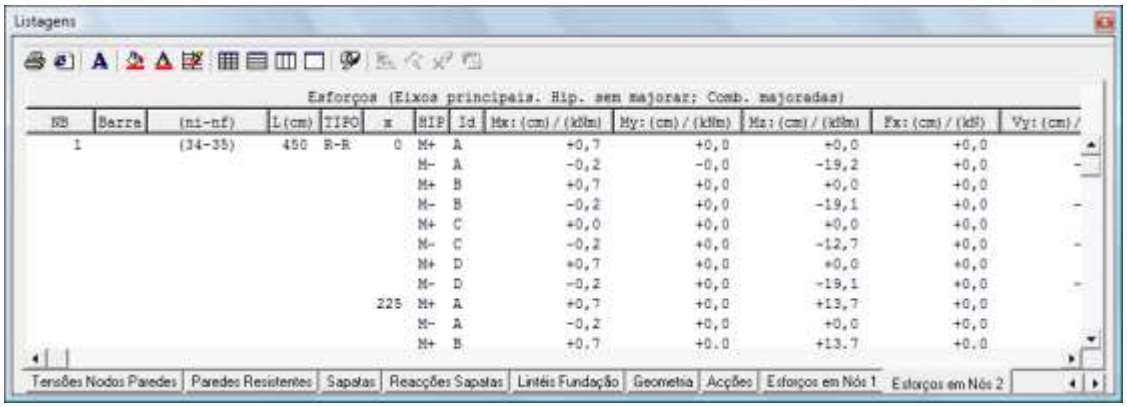
A informação mostrada nesta listagem é a seguinte:

| | |
|---|---|
| **BARRA** | O número e nome da mesma. |
| **x(cm)** | A distância de cada secção ao nó de menor numeração, expressa em cm. |
| **HIP** | Hipótese de acção. |
| **Mx, My** e **Mz** | Os momentos nos extremos das barras, expressos em **mT** ou **kNm** e referentes aos seus eixos principais. **Mx** representa o momento torsor, dado que o eixo principal $X_P$ coincide com o eixo da barra. |
| **Fx** | Os esforços axiais de tracção (se é positivo) ou compressão (se é negativo) nos extremos da barra, expressos em **T** ou em **kN**. |
| **Vy** e **Vz** | Os esforços transversos, segundo os eixos principais $Y_P$, $Z_P$, expressos em **T** ou em **kN**. |

# Listagem de *Esforços>Esforços em Nós 2*

Esta função gera uma listagem com os esforços nos nós e em várias secções das barras da estrutura. Na listagem, mostram-se os esforços nas várias secções para as hipóteses 0 a 24 (só na listagem completa) cujo valor seja diferente de zero, assim como os máximos positivos e negativos da envolvente das combinações (**M+** e **M-**) nas mesmas secções. São listados os esforços nos nós de cada barra e tantas secções quantas estejam definidas na caixa de diálogo da função **Resultados>Listagens>Opções...**, no separador **Listagem de esforços/ por secções**. São também apresentadas as secções da barra (em cm a partir do nó inicial) onde se registam os máximos esforços de cada tipo, independentemente de terem sido indicados nas secções de anteriores.

Esta listagem apresenta os esforços nas vigas de laje por completo em vez de listar os esforços por nervura.

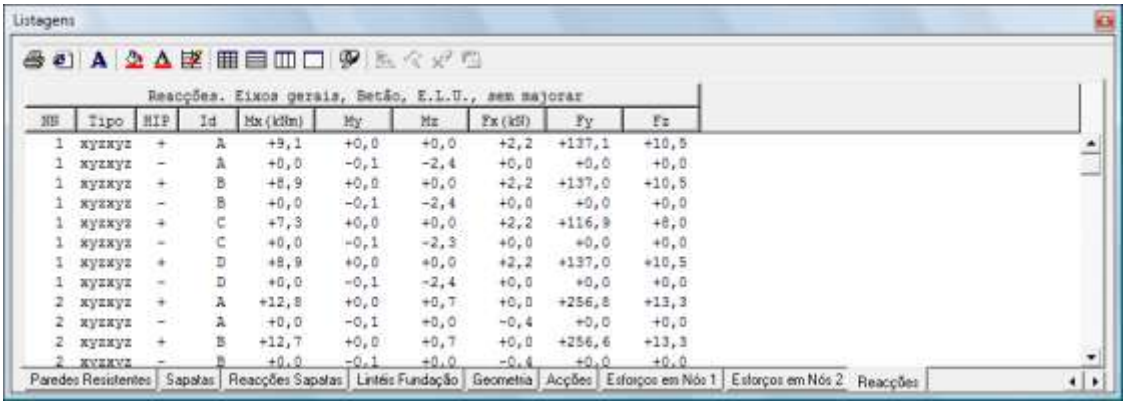

Listagens
Esforços (Eixos principais. Hip. sem majorar; Comb. majoradas)
NB | Barra | (ni-nf) | L(cm) | TIPO | x | HIP | Id | Mx:(cm)/(kNm) | My:(cm)/(kNm) | Mz:(cm)/(kNm) | Fx:(cm)/(kN) | Vy:(cm)/
1 (34-35) 450 R-R 0 M+ A +0,7 +0,0 +0,0 +0,0
M- A -0,2 -0,0 -19,2 +0,0
M+ B +0,7 +0,0 +0,0 +0,0
M- B -0,2 +0,0 -19,1 +0,0
M+ C +0,0 +0,0 +0,0 +0,0
M- C -0,2 +0,0 -12,7 +0,0
M+ D +0,7 +0,0 +0,0 +0,0
M- D -0,2 +0,0 -19,1 +0,0
225 M+ A +0,7 +0,0 +13,7 +0,0
M- A -0,2 +0,0 +0,0 +0,0
M+ B +0,7 +0,0 +13,7 +0,0
Tensões Nodos Paredes
Paredes Resistentes
Sapatas
Reacções Sapatas
Lintéis Fundação
Geometria
Acções
Esforços em Nós 1
Esforços em Nós 2

A informação mostrada nesta listagem é a seguinte:

| | |
|---|---|
| **NB** | O número da barra. |
| **Barra** | Nome atribuído à barra. |
| **(ni-nf)** | Número do nó inicial e final da barra |
| **TIPO** | Tipo de ligação atribuído ao nó inicial e final da barra |
| **x(cm)** | A distância de cada secção ao nó de menor numeração, expressa em cm. |
| **HIP** | Hipótese de acção. |
| **Mx, My** e **Mz** | Os momentos nos extremos das barras, expressos em **mT** ou **kNm** e referentes aos seus eixos principais. **Mx** representa o momento torsor, dado que o eixo principal $X_P$ coincide com o eixo da barra. |
| **Fx** | Os esforços axiais de tracção (se é positivo) ou compressão (se é negativo) nos extremos da barra, expressos em **T** ou em **kN**. |
| **Vy** e **Vz** | Os esforços transversos, segundo os eixos principais $Y_P$, $Z_P$, expressos em **T** ou em **kN**. |
| **Max+, Max-** | Indicação em cm/valor, da secção da barra mais esforçada por cada tipo de esforço e segundo a envolvente de combinações máxima e mínima. A distância em cm é medida a partir do nó de menor numeração. |

## Listagem de *Esforços>Reacções*

Esta função gera uma listagem com as reacções nos apoios da estrutura. Na listagem, mostra-se as reacções das hipóteses 0 a 24 (só na listagem completa), cujo valor seja diferente de zero, assim como os valores máximos positivos e negativos da envolvente de combinações (**M+** e **M-**).



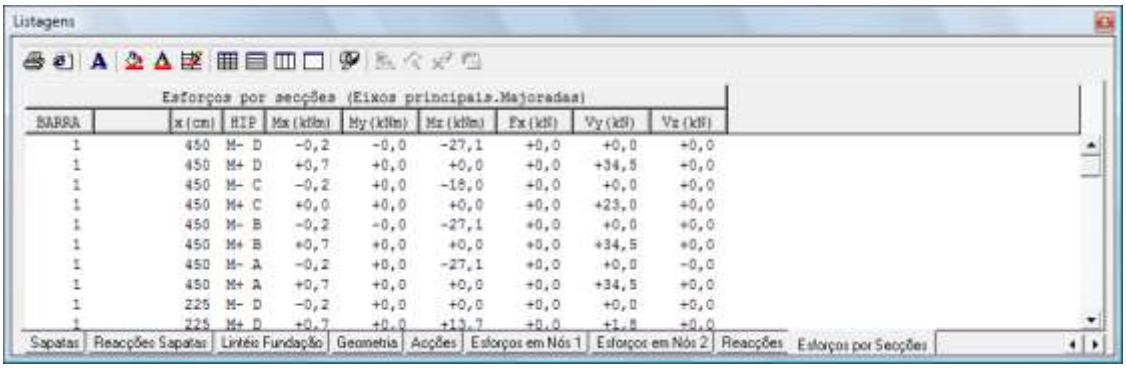

| NN | Tipo | HIP | Id | Mx (kNm) | My | Mz | Fx (kN) | Fy | Fz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | xyzxyz | + | A | +9,1 | +0,0 | +0,0 | +2,2 | +137,1 | +10,5 |
| 1 | xyzxyz | - | A | +0,0 | -0,1 | -2,4 | +0,0 | +0,0 | +0,0 |
| 1 | xyzxyz | + | B | +8,9 | +0,0 | +0,0 | +2,2 | +137,0 | +10,5 |
| 1 | xyzxyz | - | B | +0,0 | -0,1 | -2,4 | +0,0 | +0,0 | +0,0 |
| 1 | xyzxyz | + | C | +7,3 | +0,0 | +0,0 | +2,2 | +116,9 | +8,0 |
| 1 | xyzxyz | - | C | +0,0 | -0,1 | -2,3 | +0,0 | +0,0 | +0,0 |
| 1 | xyzxyz | + | D | +8,9 | +0,0 | +0,0 | +2,2 | +137,0 | +10,5 |
| 1 | xyzxyz | - | D | +0,0 | -0,1 | -2,4 | +0,0 | +0,0 | +0,0 |
| 2 | xyzxyz | + | A | +12,8 | +0,0 | +0,7 | +0,0 | +256,8 | +13,3 |
| 2 | xyzxyz | - | A | +0,0 | -0,1 | +0,0 | -0,4 | +0,0 | +0,0 |
| 2 | xyzxyz | + | B | +12,7 | +0,0 | +0,7 | +0,0 | +256,6 | +13,3 |
| 2 | xyzxyz | - | B | +0,0 | -0,1 | +0,0 | -0,4 | +0,0 | +0,0 |

A informação mostrada nesta listagem é a seguinte:

| | |
|---|---|
| **NN** | Número do nó de apoio. |
| **Tipo** | Indica as restrições ao deslocamento e à rotação, com o mesmo critério exposto na listagem de deslocamentos. |
| **HIP** | Hipótese de acção. |
| **Mx, My** e **Mz** | Os momentos no nó, expressos em **mT** ou **kNm** e referentes aos eixos gerais. |
| **Fx, Fy** e **Fz** | As forças segundo os eixos gerais $X_G$, $Y_G$ e $Z_G$, expressas em **T** ou **kN** e referentes aos eixos gerais. |

## Listagem de *Esforços>Esforços Por Secções*

Esta função gera uma listagem com a envolvente dos esforços em várias secções interiores de uma barra, segundo as separações definidas na opção **Listagem esforços > por secções** da caixa de diálogo da função **Resultados>Listagens>Opções...**.




| BARRA | | x (cm) | HIP | Mx (kNm) | My (kNm) | Mz (kNm) | Fx (kN) | Vy (kN) | Vz (kN) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | 450 | M- D | -0,2 | -0,0 | -27,1 | +0,0 | +0,0 | +0,0 |
| 1 | | 450 | M+ D | +0,7 | +0,0 | +0,0 | +0,0 | +34,5 | +0,0 |
| 1 | | 450 | M- C | -0,2 | +0,0 | -18,0 | +0,0 | +0,0 | +0,0 |
| 1 | | 450 | M+ C | +0,0 | +0,0 | +0,0 | +0,0 | +23,0 | +0,0 |
| 1 | | 450 | M- B | -0,2 | -0,0 | -27,1 | +0,0 | +0,0 | +0,0 |
| 1 | | 450 | M+ B | +0,7 | +0,0 | +0,0 | +0,0 | +34,5 | +0,0 |
| 1 | | 450 | M- A | -0,2 | +0,0 | -27,1 | +0,0 | +0,0 | -0,0 |
| 1 | | 450 | M+ A | +0,7 | +0,0 | +0,0 | +0,0 | +34,5 | +0,0 |
| 1 | | 225 | M- D | -0,2 | +0,0 | +0,0 | +0,0 | +0,0 | +0,0 |
| 1 | | 225 | M+ D | +0,7 | +0,0 | +13,7 | +0,0 | +1,8 | +0,0 |

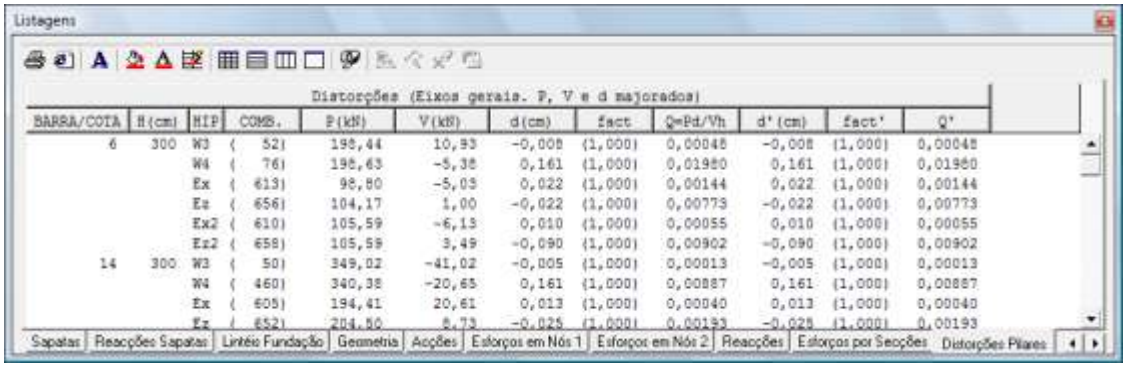
A informação mostrada nesta listagem é a seguinte:

| | |
|---|---|
| **BARRA** | Número e nome da barra. |
| **x(cm)** | Este dado indica a distância ao princípio da barra, das sucessivas secções em que se indicam os esforços. |
| **HIP** | Indica a hipótese da acção que produz os esforços. **ENV+** e **ENV-** mostra os esforços produzidos pelas envolventes positiva e negativa, respectivamente. |
| **Mx, My, Mz, Fx, Vy** e **Vz** | Correspondem aos momentos, esforço axial e esforços transversos majorados, com igual critério que na listagem de esforços. |

## Listagem de *Esforços>Distorções Pilares*

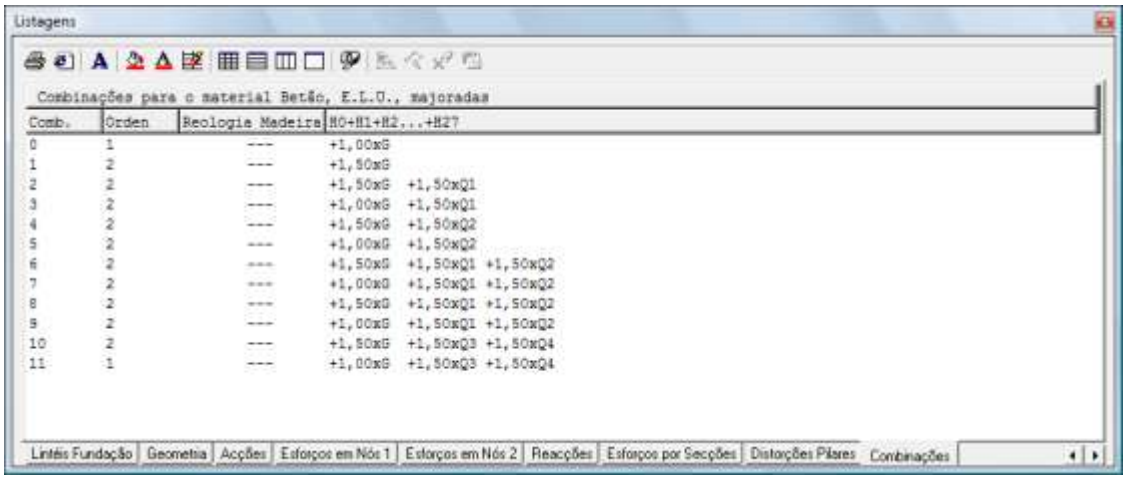
Lista os deslocamentos horizontais relativamente à altura de um pilar.

Ver capítulo 12 "Efeitos de segunda ordem - Distorções horizontais" do manual de instruções.




## Listagem de *Esforços>Combinações*

Esta função gera uma listagem com as combinações de acções efectuadas para determinação dos esforços da envolvente.

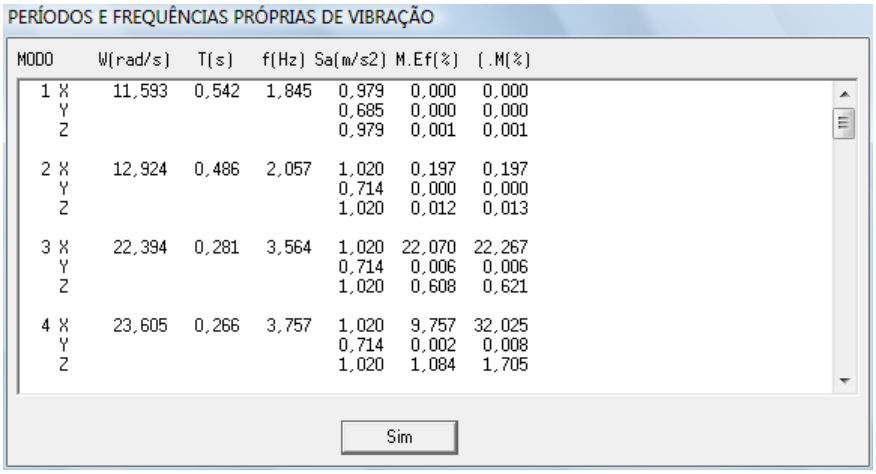

Listagens
Combinações para o material Betão, E.L.U., majoradas
Comb. | Orden | Reologia Madeira | N0+N1+N2...+N27
0 1 --- +1,00xG
1 2 --- +1,50xG
2 2 --- +1,50xG +1,50xQ1
3 2 --- +1,00xG +1,50xQ1
4 2 --- +1,50xG +1,50xQ2
5 2 --- +1,00xG +1,50xQ2
6 2 --- +1,50xG +1,50xQ1 +1,50xQ2
7 2 --- +1,00xG +1,50xQ1 +1,50xQ2
8 2 --- +1,50xG +1,50xQ1 +1,50xQ2
9 2 --- +1,00xG +1,50xQ1 +1,50xQ2
10 2 --- +1,50xG +1,50xQ3 +1,50xQ4
11 1 --- +1,00xG +1,50xQ3 +1,50xQ4
Lintéis Fundação | Geometria | Acções | Esforços em Nós 1 | Esforços em Nós 2 | Reacções | Esforços por Secções | Distorções Pilares | Combinações

A informação mostrada nesta listagem é a seguinte:

| | |
|---|---|
| **COMB.** | Número da combinação. |
| **H0+H1+H2…+H24** | Indica qual a combinação efectuada e coeficientes aplicados.<br>Exemplo:<br>+1,50x0 + 1,5x1 <=><br><=>+1,50x(acções permanentes) + 1,50x(acções de sobrecarga) |

## Listagem de *Sismo>Períodos>Frequências*

Esta função gera uma listagem com os períodos e as frequências de vibração da estrutura na qual se tenham calculado as acções sísmicas, segundo métodos dinâmicos, para os diferentes modos de vibração.

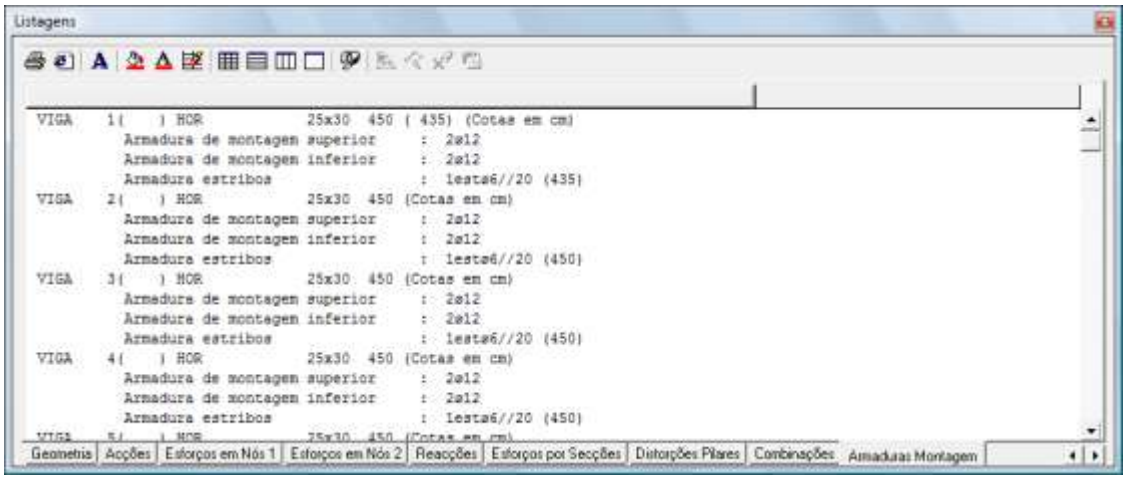



A informação mostrada nesta listagem é a seguinte:

| | |
|---|---|
| **MODO** | Modo de vibração. |
| **W(rad/s)** | Velocidade angular em radianos por segundo. |
| **T(s)** | Período em segundos. |
| **F(Hz)** | Frequência em Hertz. |
| **Sa1(m/s²)** | Aceleração para sismo do tipo I (espectro de resposta do tipo I – RSA). |
| **Sa2(m/s²)** | Aceleração para sismo do tipo II (espectro de resposta do tipo II – RSA). |
| **M.Ef.(%)** | Massa mobilizada por cada modo de vibração em percentagem do total da massa da estrutura, separada por direcção. |
| **M(%)** | O acumulado dos valores da coluna anterior. Representa o total da massa mobilizada até ao modo de vibração em análise. |

# Listagem de *Armaduras de Barras/Armaduras montagem*

Esta função gera uma listagem com a armadura de montagem e a armadura transversal principal, a armadura de reforços e a armadura de esperas de cada barra de betão.


Listagens
VIGA 1( ) HOR 25x30 450 ( 435) (Cotas em cm)
Armadura de montagem superior : 2ø12
Armadura de montagem inferior : 2ø12
Armadura estribos : 1esta6//20 (435)
VIGA 2( ) HOR 25x30 450 (Cotas em cm)
Armadura de montagem superior : 2ø12
Armadura de montagem inferior : 2ø12
Armadura estribos : 1esta6//20 (450)
VIGA 3( ) HOR 25x30 450 (Cotas em cm)
Armadura de montagem superior : 2ø12
Armadura de montagem inferior : 2ø12
Armadura estribos : 1esta6//20 (450)
VIGA 4( ) HOR 25x30 450 (Cotas em cm)
Armadura de montagem superior : 2ø12
Armadura de montagem inferior : 2ø12
Armadura estribos : 1esta6//20 (450)
Geometria
Acções
Esforços em Nós 1
Esforços em Nós 2
Reacções
Esforços por Secções
Distorções Pilares
Combinações
Armaduras Montagem

A informação mostrada nesta listagem é a seguinte:

O tipo de barra: **PILAR**, **VIGA** ou **DIAGONAL**.

O número da barra.

O nome da barra.

A série e a secção atribuídas.

O comprimento da barra.

A armadura de montagem das vigas e dos pilares.

Em vigas, a armadura de alma.

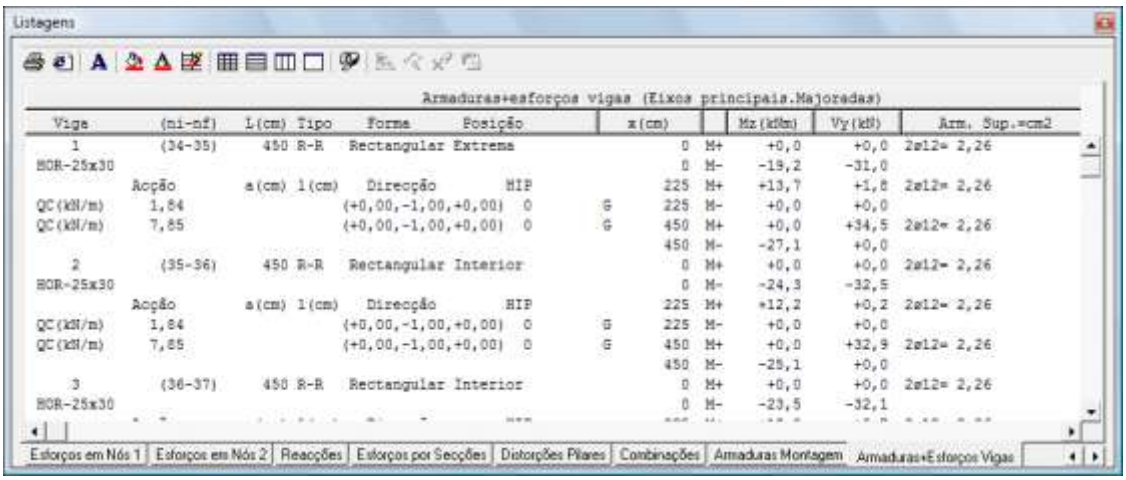
A armadura transversal, indicando o intervalo entre estribos e o comprimento de cada segmento de igual espaçamento de estribos.

As armaduras de esperas em pilares.

# Listagem de *Armaduras de Barras>Armaduras+Esforços Vigas*

Esta função gera uma listagem com as armaduras das vigas em cm2.

Apresentam-se informações sobre a identificação, geometria, ligação das vigas e os esforços ao longo do número de secções seleccionadas no menu de **Resultados>Listagens>Opções**.




| Viga | (ni-nf) | L(cm) | Tipo | Forma | Posição | | x(cm) | | Mz(kNm) | Vy(kN) | Arm. Sup.=cm2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | (34-35) | 450 | R-R | Rectangular | Extrema | | 0 | M+ | +0,0 | +0,0 | 2ø12= 2,26 |
| HOR-25x30 | | | | | | | 0 | M- | -19,2 | -31,0 | |
| Acção | a(cm) | l(cm) | Direcção | | HIP | | 225 | M+ | +13,7 | +1,8 | 2ø12= 2,26 |
| QC(kN/m) 1,84 | | | (+0,00,-1,00,+0,00) | | 0 | G | 225 | M- | +0,0 | +0,0 | |
| QC(kN/m) 7,85 | | | (+0,00,-1,00,+0,00) | | 0 | G | 450 | M+ | +0,0 | +34,5 | 2ø12= 2,26 |
| | | | | | | | 450 | M- | -27,1 | +0,0 | |
| 2 | (35-36) | 450 | R-R | Rectangular | Interior | | 0 | M+ | +0,0 | +0,0 | 2ø12= 2,26 |
| HOR-25x30 | | | | | | | 0 | M- | -24,3 | -32,5 | |
| Acção | a(cm) | l(cm) | Direcção | | HIP | | 225 | M+ | +12,2 | +0,2 | 2ø12= 2,26 |
| QC(kN/m) 1,84 | | | (+0,00,-1,00,+0,00) | | 0 | G | 225 | M- | +0,0 | +0,0 | |
| QC(kN/m) 7,85 | | | (+0,00,-1,00,+0,00) | | 0 | G | 450 | M+ | +0,0 | +32,9 | 2ø12= 2,26 |
| | | | | | | | 450 | M- | -25,1 | +0,0 | |
| 3 | (36-37) | 450 | R-R | Rectangular | Interior | | 0 | M+ | +0,0 | +0,0 | 2ø12= 2,26 |
| HOR-25x30 | | | | | | | 0 | M- | -23,5 | -32,1 | |

A informação mostrada nesta listagem é a seguinte:

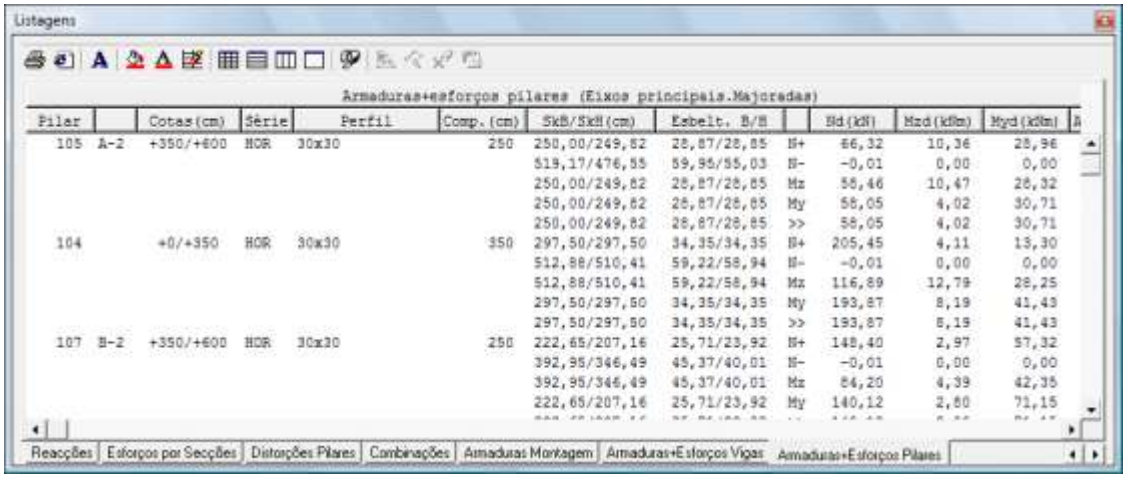
| | |
|---|---|
| **Viga** | Número da viga. |
| **(ni-nf)** | Número do nó inicial e final da barra. |
| **L(cm)** | Comprimento da barra. |
| Tipo | Tipo de ligação da barra com os seus nós. |
| **Forma** | Forma da secção atribuída à barra. |
| **Posição** | Posicionamento da secção da barra. |
| **x(cm)** | Coordenada da secção estudada em cm a partir do nó inicial da barra. |
| **Mz(kNm)** | Momentos principais da viga em cada secção apresentada. |
| **Vy(kN)** | Esforços Transversos principais em cada secção apresentada. |
| **Arm. Sup.=cm²** | Armadura superior da viga e correspondente área de aço. |
| **Arm. Inf.=cm²** | Armadura inferior da viga e correspondente área de aço. |
| **Arm. Alma=cm²** | Armadura de alma da viga e correspondente área de aço. |
| **Estribos** | Armadura de estribos da viga. |

# Listagem de *Armaduras de Barras>Armaduras+Esforços Pilares*

Esta função gera uma listagem com as armaduras dos pilares em cm2.

Apresentam-se informações sobre a identificação, geometria, encurvadura, esbelteza e os esforços dos pilares.

Os esforços são indicados pelos valores máximos nos casos de maior compressão, tracção e momentos em cada direcção. É apresentada a envolvente de esforços no pilar (>>) determinada de acordo com a análise de flexão composta desviada do pilar.



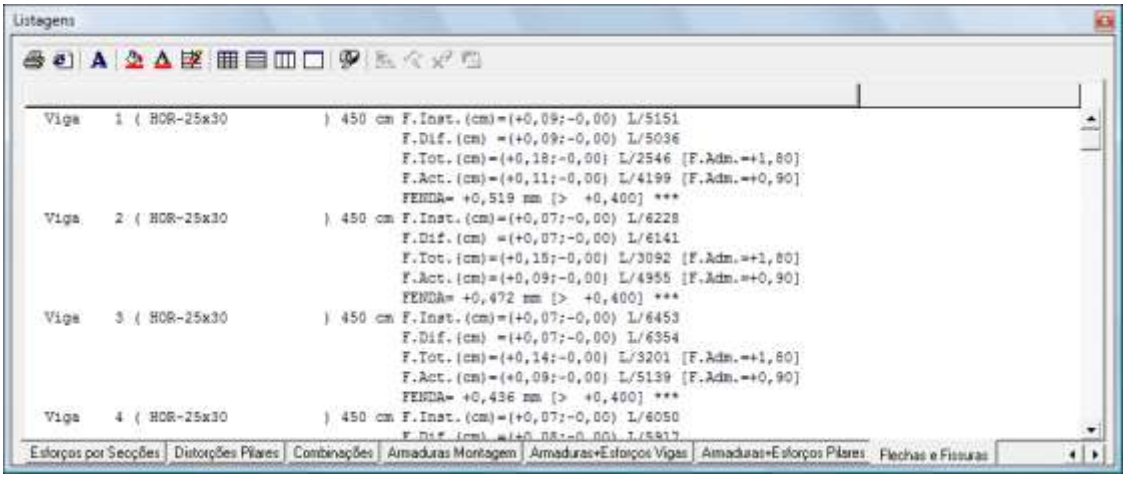

| Pilar | | Cotas(cm) | Série | Perfil | Comp.(cm) | SkB/SkH(cm) | Esbelt. B/H | | Nd(kN) | Mzd(kNm) | Myd(kNm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 105 | A-2 | +350/+600 | NOR | 30x30 | 250 | 250,00/249,82 | 28,87/28,85 | N+ | 66,32 | 10,36 | 28,96 |
| | | | | | | 519,17/476,55 | 59,95/55,03 | N- | -0,01 | 0,00 | 0,00 |
| | | | | | | 250,00/249,82 | 28,87/28,85 | Mz | 56,46 | 10,47 | 28,32 |
| | | | | | | 250,00/249,82 | 28,87/28,85 | My | 56,05 | 4,02 | 30,71 |
| | | | | | | 250,00/249,82 | 28,87/28,85 | >> | 56,05 | 4,02 | 30,71 |
| 104 | | +0/+350 | NOR | 30x30 | 350 | 297,50/297,50 | 34,35/34,35 | N+ | 205,45 | 4,11 | 13,30 |
| | | | | | | 512,88/510,41 | 59,22/58,94 | N- | -0,01 | 0,00 | 0,00 |
| | | | | | | 512,88/510,41 | 59,22/58,94 | Mz | 116,89 | 12,79 | 28,25 |
| | | | | | | 297,50/297,50 | 34,35/34,35 | My | 193,87 | 8,19 | 41,43 |
| | | | | | | 297,50/297,50 | 34,35/34,35 | >> | 193,87 | 8,19 | 41,43 |
| 107 | B-2 | +350/+600 | NOR | 30x30 | 250 | 222,65/207,16 | 25,71/23,92 | N+ | 148,40 | 2,97 | 57,32 |
| | | | | | | 392,95/346,49 | 45,37/40,01 | N- | -0,01 | 0,00 | 0,00 |
| | | | | | | 392,95/346,49 | 45,37/40,01 | Mz | 84,20 | 4,39 | 42,35 |
| | | | | | | 222,65/207,16 | 25,71/23,92 | My | 140,12 | 2,80 | 71,15 |

A informação mostrada nesta listagem é a seguinte:

| | |
|---|---|
| **Pilar** | Número do pilar. |
| **Cotas(cm)** | Cota inicial e final do troço de pilar. |
| **Perfil** | Tamanho do perfil seleccionado. |
| Comp.(cm) | Comprimento do troço do pilar. |
| **SkB/SkH(cm)** | Comprimentos de encurvadura em cada direcção da secção em cm. |
| **Esbelt. B/H** | Esbelteza em cada direcção da secção. |
| **Nd** | Esforços normais no pilar para os casos de maior compressão, tracção e momentos nas duas direcções. |
| **Mzd(kNm)** | Momentos flectores segundo a direcção Z dos eixos principais da secção do pilar para os casos de maior compressão, tracção e momentos nas duas direcções. |
| **Myd(kNm)** | Momentos flectores segundo a direcção Y dos eixos principais da secção do pilar para os casos de maior compressão, tracção e momentos nas duas direcções. |
| **As($cm^2$)** | Área de aço necessária na secção do pilar. |
| **Mont.-Ref. B/H** | Armaduras de montagem do pilar e de reforço nas faces B e H do pilar. |
| **Estribos** | Armadura de estribos do pilar. |

# Listagem de *Armaduras de Barras>Flechas e Fissuras*

Esta função gera uma listagem com a informação das flechas e fendas em vigas ou diagonais de betão, além dos dados de pré-dimensionamento.


Listagens
Viga 1 ( HOR-25x30 ) 450 cm F.Inst.(cm)=(+0,09;-0,00) L/5151
F.Dif.(cm) =(+0,09;-0,00) L/5036
F.Tot.(cm)=(+0,18;-0,00) L/2546 [F.Adm.=+1,80]
F.Act.(cm)=(+0,11;-0,00) L/4199 [F.Adm.=+0,90]
FENDA= +0,519 mm [> +0,400] ***
Viga 2 ( HOR-25x30 ) 450 cm F.Inst.(cm)=(+0,07;-0,00) L/6228
F.Dif.(cm) =(+0,07;-0,00) L/6141
F.Tot.(cm)=(+0,15;-0,00) L/3092 [F.Adm.=+1,80]
F.Act.(cm)=(+0,09;-0,00) L/4955 [F.Adm.=+0,90]
FENDA= +0,472 mm [> +0,400] ***
Viga 3 ( HOR-25x30 ) 450 cm F.Inst.(cm)=(+0,07;-0,00) L/6453
F.Dif.(cm) =(+0,07;-0,00) L/6354
F.Tot.(cm)=(+0,14;-0,00) L/3201 [F.Adm.=+1,80]
F.Act.(cm)=(+0,09;-0,00) L/5139 [F.Adm.=+0,90]
FENDA= +0,436 mm [> +0,400] ***
Viga 4 ( HOR-25x30 ) 450 cm F.Inst.(cm)=(+0,07;-0,00) L/6050
Esforços por Secções
Distorções Pilares
Combinações
Armaduras Montagem
Armaduras+Esforços Vigas
Armaduras+Esforços Pilares
Flechas e Fissuras

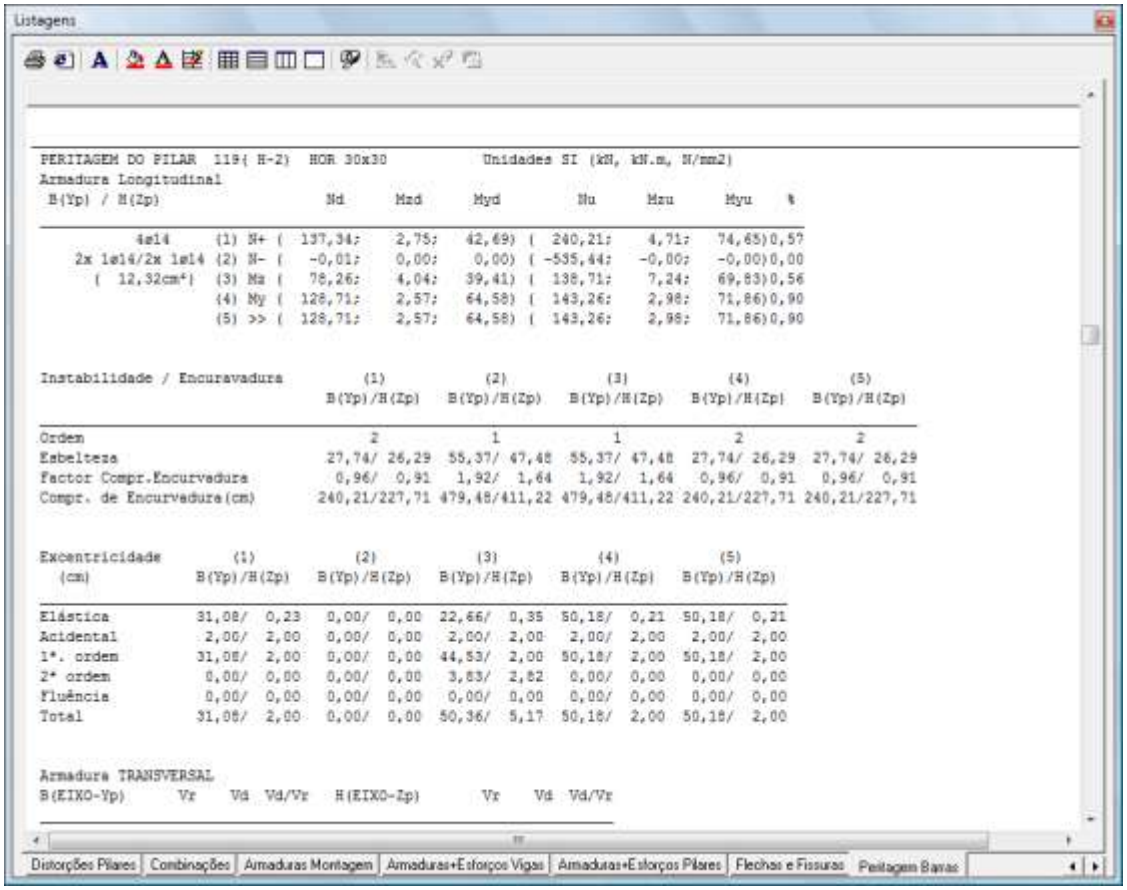
A informação mostrada nesta listagem é a seguinte:

| | |
|---|---|
| **O tipo de barra** | **Pilar**, **Viga** ou **Diagonal**. |
| **O número da barra.** | |
| **A série e a secção atribuídos.** | |
| **O comprimento da barra.** | |
| **F.Ins., F.Dif., F.Tot. e F.Act.** | Flecha instantânea, diferida, total e activa (em m). |
| **Fracção** | Representa cada uma das flechas em relação ao comprimento da barra. |
| | No caso da flecha activa de uma barra ser maior que a limitação imposta na caixa de diálogo **OPÇÕES DE ARMADURA**, representam-se três asteriscos (***), indicando esta circunstância. |
| **FENDA** | Tamanho da fenda, expressa em mm. Tal como para a flecha, se este valor é maior que a limitação imposta na caixa de diálogo **OPÇÕES DE ARMADURA**, representam-se três asteriscos. |

# Listagens de *Armaduras de >Peritagem Vigas-Pilares*

Esta função gera uma listagem com a informação de peritagem das barras de betão que se seleccionem. A listagem inclui informação distinta, conforme se seleccione um pilar, uma viga ou uma diagonal.

## Peritagem de pilares




A informação exibida nesta listagem é a seguinte:

- O tipo de barra: **PILAR** ou **VIGA/DIAGONAL**.
- O número e nome da barra.
- A série e o perfil atribuídos.
- A armadura longitudinal existente, dividida entre armadura de montagem e nas faces.
- As quatro combinações de esforço axial e momentos flectores majorados de cálculo mais desfavoráveis. Na quinta linha representa-se a combinação mais desfavorável de entre todas as demais combinações efectuadas, cujo valor pode coincidir com alguma das 4 anteriores.
- Os esforços axiais e momentos últimos resistentes da secção ($N_U$, $M_{ZU}$, $M_{YU}$).

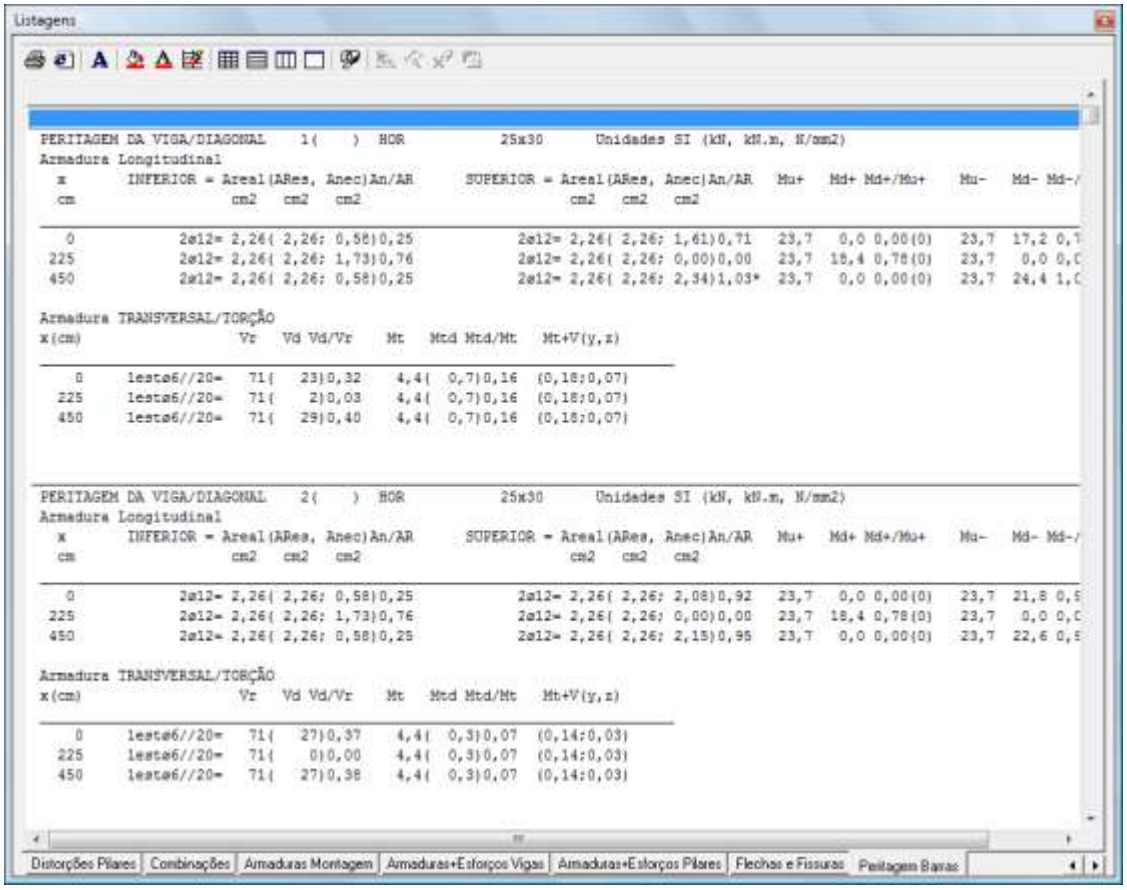
- A relação entre o esforço de cálculo ($N_d$) e o esforço ($N_U$) em cada combinação. Se é maior que 1, indica-se com asteriscos que essa combinação não é suportada pelo pilar.
- No seguinte grupo, representa-se, para cada plano de encurvadura da secção, a esbelteza considerada, o factor de encurvadura $\alpha$ e o comprimento de encurvadura resultante de multiplicar o comprimento do pilar pelo factor $\alpha$. Já que cada uma das 5 combinações pode ter sido obtida em 1ª ou em 2ª ordem, mostra-se a esbelteza para cada combinação e a ordem (1ª ou 2ª) em que foi calculada.
- No outro grupo, representam-se, para cada uma das combinações determinantes do cálculo (1), (2), (3), (4) e (5), as seguintes excentricidades:

| | |
|---|---|
| **Elástica** | É a excentricidade correspondente ao quociente M/N utilizando os momentos $M_Z$ e $M_Y$. |
| **Acidental** | É a excentricidade que é necessário considerar em função das diferentes regulamentações. No caso da regulamentação EH-91 deve-se considerar o maior valor de 2cm ou b(h)/20, sendo b e h os lados do pilar. No caso do REBAP deve-se considerar o maior dos valores de lo/300 e 2cm. |
| **1ª ordem** | Excentricidade de primeira ordem $e_o$ a considerar no cálculo da encurvadura, dependendo das considerações das diferentes regulamentações. Por exemplo, no caso de EH-91, dependendo do sinal dos momentos nos extremos do pilar consideram-se diferentes valores de $e_o$ (EH-91 Art.43.5.2). |
| **2ª ordem** | Excentricidade $e_a$ a adicionar à de primeira ordem. Quando, segundo a regulamentação aplicável, não seja necessária a comprovação à encurvadura, os valores desta excentricidade serão nulos. |
| **Excentricidade de fluência** | Calculada de acordo com o estipulado no REBAP. |
| **Total** | É o valor da excentricidade total a considerar na comprovação à encurvadura. |

- A armadura transversal, esforço transverso último (**Vr**), esforço transverso de cálculo (**Vd**) e sua relação em cada uma das faces do pilar. Se a relação **Vd/Vr** é maior que 1.0, indica-se com asteriscos que o esforço transverso de calculo não é resistido pelo pilar.
- O momento torsor último, momento torsor de cálculo e a relação entre ambos. Se a referida relação é maior que 1, Tricalc indicará com asteriscos que o referido momento torsor não é resistido pelo pilar.
- O grau de esgotamento, em tantos por um, das bielas de betão devido ao efeito conjunto do máximo esforço transverso e o máximo momento torsor da barra, nas direcções Z e Y principais. Se é maior que 1.0, indica-se com asteriscos, que o pilar não resiste ao efeito conjunto do transverso com o torsor.

  Quando nas verificações dos estribos surjam asteriscos e a relação entre esforço actuante e resistente é menor que 1, indica-se que o espaçamento que o utilizador está a tentar colocar não é regulamentar.

# Peritagem de vigas e diagonais


Listagens
PERITAGEM DA VIGA/DIAGONAL 1( ) HOR 25x30 Unidades SI (kN, kN.m, N/mm2)
Armadura Longitudinal
x INFERIOR = Areal(ARes, Anec)An/AR SUPERIOR = Areal(ARes, Anec)An/AR Mu+ Md+ Md+/Mu+ Mu- Md- Md-/
cm cm2 cm2 cm2 cm2 cm2 cm2
0 2ø12= 2,26( 2,26; 0,58)0,25 2ø12= 2,26( 2,26; 1,61)0,71 23,7 0,0 0,00(0) 23,7 17,2 0,7
225 2ø12= 2,26( 2,26; 1,73)0,76 2ø12= 2,26( 2,26; 0,00)0,00 23,7 18,4 0,78(0) 23,7 0,0 0,0
450 2ø12= 2,26( 2,26; 0,58)0,25 2ø12= 2,26( 2,26; 2,34)1,03* 23,7 0,0 0,00(0) 23,7 24,4 1,0
Armadura TRANSVERSAL/TORÇÃO
x(cm) Vr Vd Vd/Vr Mt Mtd Mtd/Mt Mt+V(y,z)
0 1estø6//20= 71( 23)0,32 4,4( 0,7)0,16 (0,18:0,07)
225 1estø6//20= 71( 2)0,03 4,4( 0,7)0,16 (0,18:0,07)
450 1estø6//20= 71( 29)0,40 4,4( 0,7)0,16 (0,18:0,07)
PERITAGEM DA VIGA/DIAGONAL 2( ) HOR 25x30 Unidades SI (kN, kN.m, N/mm2)
Armadura Longitudinal
x INFERIOR = Areal(ARes, Anec)An/AR SUPERIOR = Areal(ARes, Anec)An/AR Mu+ Md+ Md+/Mu+ Mu- Md- Md-/
cm cm2 cm2 cm2 cm2 cm2 cm2
0 2ø12= 2,26( 2,26; 0,58)0,25 2ø12= 2,26( 2,26; 2,08)0,92 23,7 0,0 0,00(0) 23,7 21,8 0,9
225 2ø12= 2,26( 2,26; 1,73)0,76 2ø12= 2,26( 2,26; 0,00)0,00 23,7 18,4 0,78(0) 23,7 0,0 0,0
450 2ø12= 2,26( 2,26; 0,58)0,25 2ø12= 2,26( 2,26; 2,15)0,95 23,7 0,0 0,00(0) 23,7 22,6 0,9
Armadura TRANSVERSAL/TORÇÃO
x(cm) Vr Vd Vd/Vr Mt Mtd Mtd/Mt Mt+V(y,z)
0 1estø6//20= 71( 27)0,37 4,4( 0,3)0,07 (0,14:0,03)
225 1estø6//20= 71( 0)0,00 4,4( 0,3)0,07 (0,14:0,03)
450 1estø6//20= 71( 27)0,38 4,4( 0,3)0,07 (0,14:0,03)
Distorções Pilares
Combinações
Armaduras Montagem
Armaduras+Esforços Vigas
Armaduras+Esforços Pilares
Flechas e Fissuras
Peritagem Barras

A informação mostrada nesta listagem é a seguinte:

- O tipo de barra: **PILAR** ou **VIGA/DIAGONAL**.
- O número da barra.
- A série e o perfil atribuído.
- A armadura longitudinal necessária em diferentes secções da barra, segundo as separações definidas no quadro **Listagem esforços em nós - por secções** da caixa de diálogo da função **Resultados>Listagens>Opções...**. Para cada secção, mostram-se os seguintes dados:

| |
|---|
| Coordenada da secção de estudo, **x** (em cm). |
| Armadura inferior real(**Areal**), varões e área em $cm^2$. |
| Armadura inferior resistente (**Ares**), descontando montagens não resistentes e zonas de amarração e emendas, em $cm^2$. |
| Armadura inferior necessária por cálculo (**Anec**), incluídas as limitações e mínimos impostos pela regulamentação utilizada. |
| Factor entre as duas anteriores. Se é maior que 1, indicar-se-á com asteriscos que a armadura é insuficiente nessa secção. |

Os mesmos dados referidos à armadura superior.

Os momentos resistentes e máximos de cálculo positivos e negativos, assim como o quociente entre ambos.

- No grupo seguinte, mostra-se a armadura transversal de esforço transverso e torção, com os seguintes dados :

Coordenada da secção de estudo e armadura transversal na referida secção.

**Vr** O máximo esforço transverso resistido pela secção, majorado, em T ou kN.

**Vd** O esforço transverso de cálculo existente, majorado, em T ou kN, descontado já a decaláge nos apoios.

A relação entre os dois anteriores. Se é maior que 1, indicar-se-á com asteriscos, que a secção não resiste ao esforço transverso existente.

**Mt** O máximo momento torsor resistido pela secção, majorado, em mT ou kNm.

**Mtd** O momento torsor de cálculo existente, majorado, mT ou kNm.

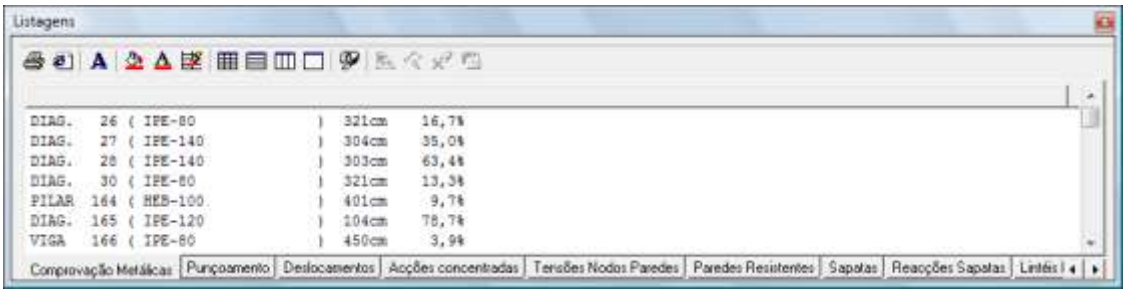
A relação entre os dois anteriores. Se é maior que 1, indicar-se-á com asteriscos, que a secção não resiste ao momento torsor existente.

O grau de esgotamento, em tantos por um, das bielas de betão devido ao efeito conjunto do máximo esforço transverso e do máximo momento torsor da barra, nas direcções Z e Y principais. Se é maior que 1, indica-se com asteriscos, que a viga não resiste ao efeito conjunto de transverso mais torsor. Se estiver desactivado o cálculo à torção de vigas nas opções de armaduras, não se avalia o seu efeito na listagem de peritagem.

## Listagem de *Perfis Metálicos>Comprovação Metálicas*

Esta função gera uma listagem com os resultados da comprovação das secções dos perfis metálicos. Esta listagem pode incluir diferente quantidade de informação, dependendo de se está activada a opção **Completa** ou **Resumida,** na caixa de diálogo da função **Resultados Listagens>Opções...**.

### Listagem Resumida

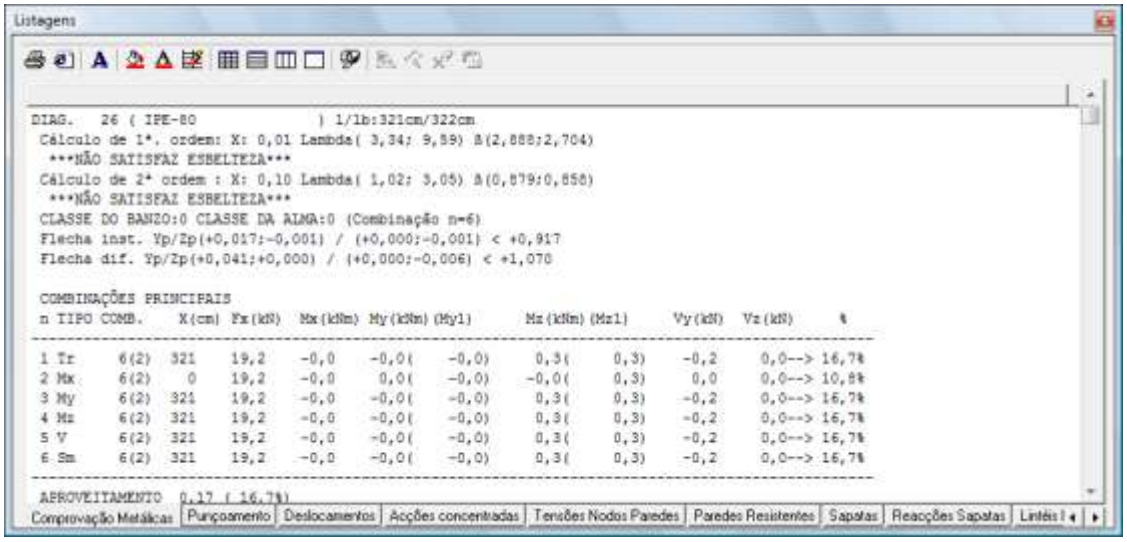



A informação mostrada nesta listagem é a seguinte:

- O tipo de barra: **PILAR**, **VIGA** ou **DIAG.**.
- O número da barra.
- A série e o perfil atribuídos.
- O comprimento da barra, em cm.

- A tensão de trabalho, em kg/cm² ou em MPa.
- O aproveitamento, que é o coeficiente entre a máxima tensão de trabalho da barra e a tensão máxima admissível pelo material. Se o aproveitamento é superior à unidade representam-se três asteriscos (***), indicando esta circunstância.

## Listagem Completa




A informação mostrada nesta listagem é a seguinte:

O tipo de barra: **PILAR**, **VIGA** ou **DIAG.**.

O número da barra.

A série e o perfil atribuídos.

**$l/l_b$** Comprimento da barra e comprimento de encurvadura considerado (em cm).

**w** Coeficiente de encurvadura ($\varpi$).

**Lambda** Valores das esbeltezas mecânicas $\lambda_Y$ e $\lambda_Z$, nos dois eixos principais.

**β** Valores dos coeficientes de encurvadura $\beta_Y$ e $\beta_Z$, nos dois eixos principais.

Em seguida, mostram-se os máximos esforços nas secções:

**N** Número de ordem da acção.

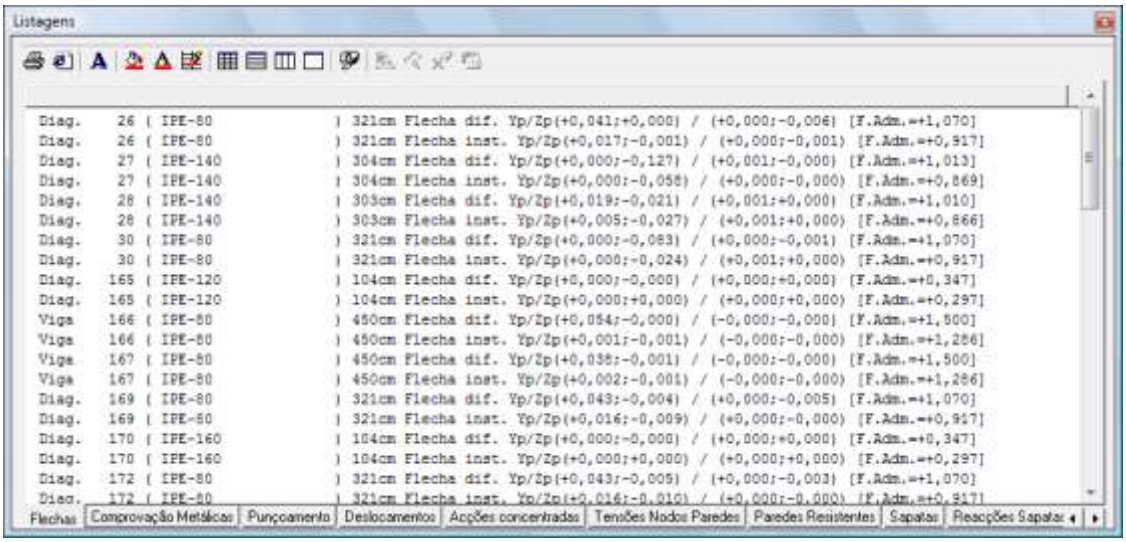
**TIPO** Tipo de acção. Para cada tipo calcula-se a tensão de trabalho:

- **Co** A máxima compressão e os esforços da mesma combinação.
- **Tr** A máxima tracção e os esforços da mesma combinação.
- **Mx** O máximo momento torsor Mx e os outros esforços da mesma combinação.
- **My** O máximo momento flector no eixo Yp e os esforços da mesma combinação.
- **Mz** O máximo momento flector no eixo Zp e os esforços da mesma combinação.
- **V** O máximo esforço transverso combinado segundo os eixos **Vy** e **Vz** e os esforços da mesma combinação.

| | |
|---|---|
| **Sm** | A máxima tensão resultante de todas as combinações, que poderá ser igual a uma das anteriores. |
| **Fx** | Esforços axiais (em T ou kN). |
| **Mx, My** e **Mz** | Momentos, segundo os eixos principais (em mT ou kNm). |
| **Vy** e **Vz** | Esforços transversos (em T ou kN) |
| **S** | Tensão de trabalho resultante da combinação (em kg/cm² ou MPa). |
| **APROVEITAMENTO** | |
| | Coeficiente entre a tensão de trabalho da barra e a tensão máxima admissível pelo material. Se o aproveitamento é superior à unidade aparece a mensagem "***NÃO CUMPRE***". |

## Listagem de *Perfis Metálicos>Flechas*

Esta função gera uma listagem com a informação das flechas em vigas e diagonais metálicas da estrutura.

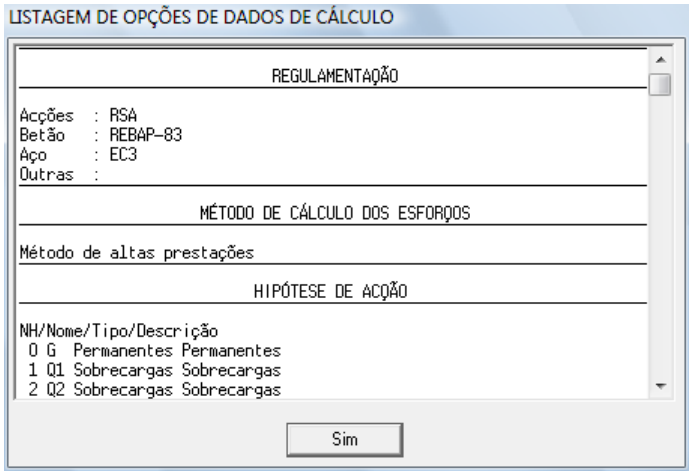

Listagens
Diag. 26 ( IPE-80 ) 321cm Flecha dif. Yp/Zp(+0,041;+0,000) / (+0,000;-0,006) [F.Adm.=+1,070]
Diag. 26 ( IPE-80 ) 321cm Flecha inst. Yp/Zp(+0,017;-0,001) / (+0,000;-0,001) [F.Adm.=+0,917]
Diag. 27 ( IPE-140 ) 304cm Flecha dif. Yp/Zp(+0,000;-0,127) / (+0,001;-0,000) [F.Adm.=+1,013]
Diag. 27 ( IPE-140 ) 304cm Flecha inst. Yp/Zp(+0,000;-0,058) / (+0,000;-0,000) [F.Adm.=+0,869]
Diag. 28 ( IPE-140 ) 303cm Flecha dif. Yp/Zp(+0,019;-0,021) / (+0,001;+0,000) [F.Adm.=+1,010]
Diag. 28 ( IPE-140 ) 303cm Flecha inst. Yp/Zp(+0,005;-0,027) / (+0,001;+0,000) [F.Adm.=+0,866]
Diag. 30 ( IPE-80 ) 321cm Flecha dif. Yp/Zp(+0,000;-0,083) / (+0,000;-0,001) [F.Adm.=+1,070]
Diag. 30 ( IPE-80 ) 321cm Flecha inst. Yp/Zp(+0,000;-0,024) / (+0,001;+0,000) [F.Adm.=+0,917]
Diag. 165 ( IPE-120 ) 104cm Flecha dif. Yp/Zp(+0,000;-0,000) / (+0,000;+0,000) [F.Adm.=+0,347]
Diag. 165 ( IPE-120 ) 104cm Flecha inst. Yp/Zp(+0,000;+0,000) / (+0,000;+0,000) [F.Adm.=+0,297]
Viga 166 ( IPE-80 ) 450cm Flecha dif. Yp/Zp(+0,054;-0,000) / (-0,000;-0,000) [F.Adm.=+1,500]
Viga 166 ( IPE-80 ) 450cm Flecha inst. Yp/Zp(+0,001;-0,001) / (-0,000;-0,000) [F.Adm.=+1,286]
Viga 167 ( IPE-80 ) 450cm Flecha dif. Yp/Zp(+0,038;-0,001) / (-0,000;-0,000) [F.Adm.=+1,500]
Viga 167 ( IPE-80 ) 450cm Flecha inst. Yp/Zp(+0,002;-0,001) / (-0,000;-0,000) [F.Adm.=+1,286]
Diag. 169 ( IPE-80 ) 321cm Flecha dif. Yp/Zp(+0,043;-0,004) / (+0,000;-0,005) [F.Adm.=+1,070]
Diag. 169 ( IPE-80 ) 321cm Flecha inst. Yp/Zp(+0,016;-0,009) / (+0,000;-0,000) [F.Adm.=+0,917]
Diag. 170 ( IPE-160 ) 104cm Flecha dif. Yp/Zp(+0,000;-0,000) / (+0,000;+0,000) [F.Adm.=+0,347]
Diag. 170 ( IPE-160 ) 104cm Flecha inst. Yp/Zp(+0,000;+0,000) / (+0,000;+0,000) [F.Adm.=+0,297]
Diag. 172 ( IPE-80 ) 321cm Flecha dif. Yp/Zp(+0,043;-0,005) / (+0,000;-0,003) [F.Adm.=+1,070]
Diag. 172 ( IPE-80 ) 321cm Flecha inst. Yp/Zp(+0,016;-0,010) / (+0,000;-0,000) [F.Adm.=+0,917]
Flechas
Comprovação Metálicas
Punçoamento
Deslocamentos
Acções concentradas
Tensões Nodos Paredes
Paredes Resistentes
Sapatas
Reacções Sapatas

A informação mostrada nesta listagem é a seguinte:

- O tipo de barra: **VIGA** ou **DIAG.**.
- O número da barra.
- A série e o perfil atribuídos.
- O comprimento da barra.
- Valor da flecha em cm nas duas direcções principais do perfil pela envolvente máxima positiva e negativa.
- Valor da flecha admissível (F. Adm.) em cm.

## Listagem de *Dados de cálculo*

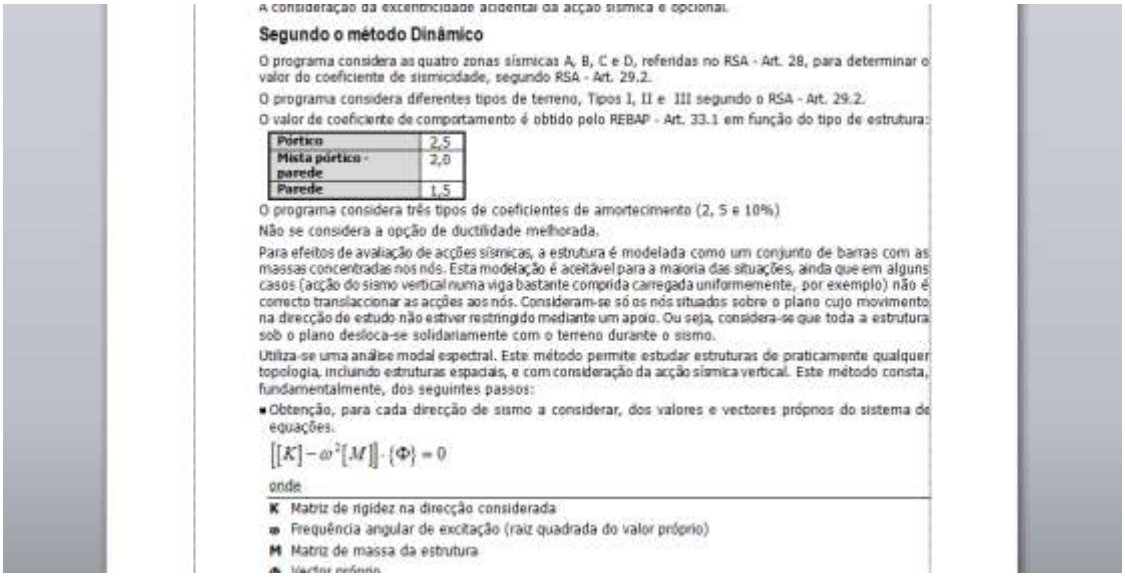
Esta função gera uma listagem com todas as opções consideradas no cálculo da estrutura. Esta listagem é necessária para acompanhar a memória de cálculo, pois reflecte parâmetros utilizados quer no cálculo de esforços, quer na armadura dos vários elementos de betão armado, quer ainda na comprovação dos perfis metálicos, como o estado de carregamento escolhido para a estrutura, os materiais utilizados, os coeficientes de majoração e combinação de acções, etc.




## Memória de Descritiva

Esta função mostra a memória de cálculo do programa Tricalc. Nela, estão diversas informações tais como a empresa que realizou e desenvolve o programa, o tipo de cálculo utilizado, as comprovações que se realizam, a regulamentação adoptada, os critérios de combinação das hipóteses de acções e a restante formulação utilizada.

Ao seleccionar a função, o programa Tricalc chama o programa **Notepad** ou **Wordpad** (do Windows), onde se pode modificar, complementar e imprimir a memória de cálculo.



A consideração da excentricidade acidental da acção sísmica é opcional.

**Segundo o método Dinâmico**

O programa considera as quatro zonas sísmicas A, B, C e D, referidas no RSA - Art. 28, para determinar o valor do coeficiente de sismicidade, segundo RSA - Art. 29.2.

O programa considera diferentes tipos de terreno, Tipos I, II e III segundo o RSA - Art. 29.2.

O valor de coeficiente de comportamento é obtido pelo REBAP - Art. 33.1 em função do tipo de estrutura:

| | |
|---|---|
| **Pórtico** | 2,5 |
| **Mista pórtico - parede** | 2,0 |
| **Parede** | 1,5 |

O programa considera três tipos de coeficientes de amortecimento (2, 5 e 10%)

Não se considera a opção de ductilidade melhorada.

Para efeitos de avaliação de acções sísmicas, a estrutura é modelada como um conjunto de barras com as massas concentradas nos nós. Esta modelação é aceitável para a maioria das situações, ainda que em alguns casos (acção do sismo vertical numa viga bastante comprida carregada uniformemente, por exemplo) não é correcto transiaccionar as acções aos nós. Consideram-se só os nós situados sobre o plano cujo movimento na direcção de estudo não estiver restringido mediante um apoio. Ou seja, considera-se que toda a estrutura sob o plano desloca-se solidariamente com o terreno durante o sismo.

Utiliza-se uma análise modal espectral. Este método permite estudar estruturas de praticamente qualquer topologia, incluindo estruturas espaciais, e com consideração da acção sísmica vertical. Este método consta, fundamentalmente, dos seguintes passos:

- Obtenção, para cada direcção de sismo a considerar, dos valores e vectores próprios do sistema de equações.

$$[[K]-\omega^2[M]]\cdot\{\Phi\}=0$$

onde

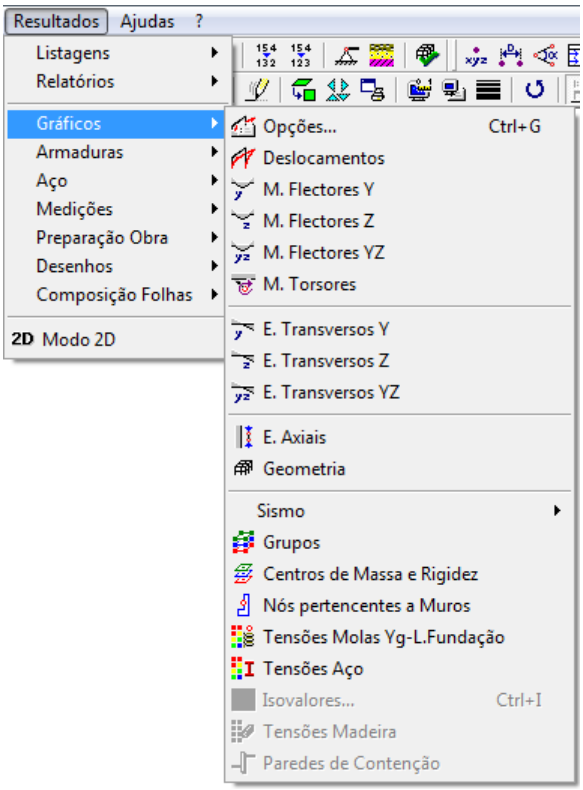
K Matriz de rigidez na direcção considerada

ω Frequência angular de excitação (raiz quadrada do valor próprio)

M Matriz de massa da estrutura

Φ Vector próprio

## O submenu *Resultados>Gráficos*



Neste submenu encontram-se todas as funções que permitem obter os vários gráficos e/ou diagramas proporcionados com o programa.

| | |
|---|---|
| **Opções...** | Esta função permite aceder a uma caixa de diálogo onde podem modificar-se as opções dos gráficos e/ou diagramas. |
| **Deslocamentos** | Esta função realiza um gráfico das diferentes combinações dos deslocamentos dos nós da estrutura, de acordo com a escala relativa fixada na função **Ajudas>Escalas...** (capítulo 2). É possível modificar essa escala a fim de conseguir a representação adequada. |
| **Flectores Y** | Desenha o diagrama de momentos flectores em relação ao eixo $Y_P$ de cada barra, de acordo com a escala relativa fixada na função **Ajudas>Escalas...**. |
| **Flectores Z** | Desenha o diagrama de momentos flectores em relação ao eixo $Z_P$ de cada barra. |
| **Flectores YZ** | Desenha o diagrama combinado de momentos flectores em relação aos eixos $Y_P$ e $Z_P$ de cada barra (Figura 38). |

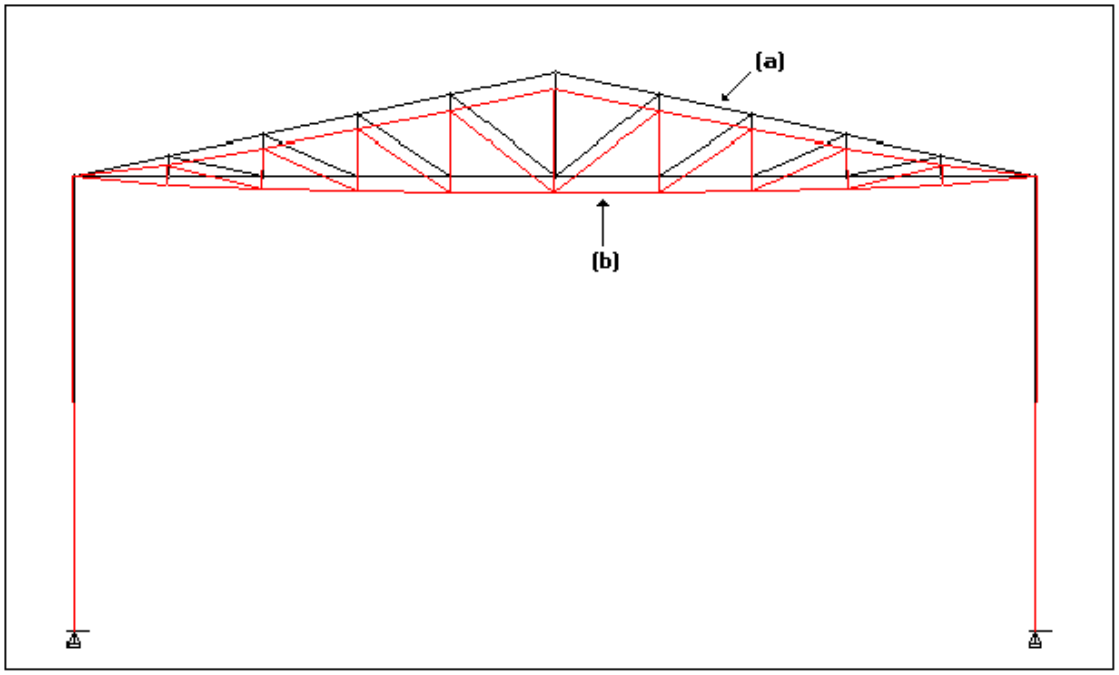



Figura 37: Gráfico deslocamentos. (a)Estrutura, (b)deslocamentos

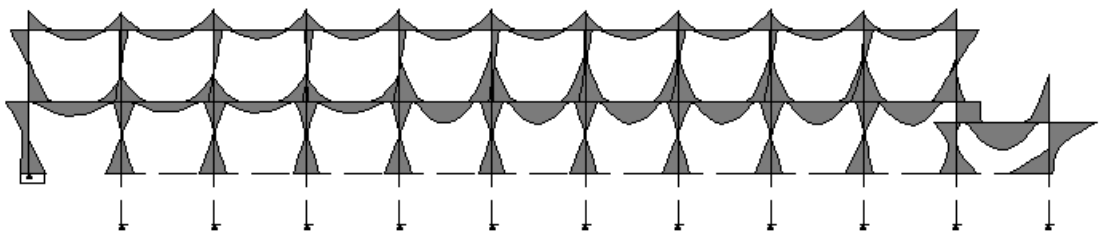


Figura 38: Função Resultados>Gráficos>Flectores YZ.

| | |
|---|---|
| **M. Torsores** | Desenha o diagrama de momentos torsores, em relação ao eixo $X_P$ de cada barra. |
| **E. Transversos Y** | Desenha o diagrama de esforços transversos em relação ao eixo $Y_P$ de cada barra. |
| **E. Transversos Z** | Desenha o diagrama de esforços transversos em relação ao eixo $Z_P$ de cada barra. |
| **E. Transversos YZ** | Desenha o diagrama combinado de esforços transversos em relação aos eixos $Y_P$ e $Z_P$ de cada barra (Figura 39). |

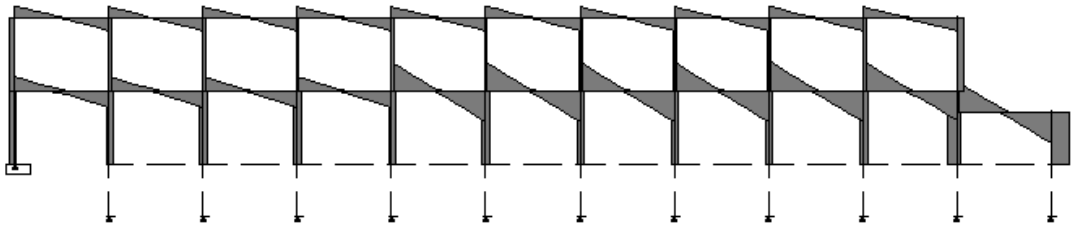


Figura 39: Função Resultados>Gráficos>Transversos YZ.

| | |
|---|---|
| **E. Axiais** | Desenha o diagrama de esforços axiais, em relação ao eixo $X_P$ de cada barra. |
| **Geometria** | Desenha um gráfico da geometria da estrutura, respeitando as opções activadas de numeração de nós, numeração de barras, desenho de secções, desenho de acções, etc. A utilidade deste tipo de gráfico pode ser o de incluir um esquema da geometria das barras e nós, como informação adicional aos desenhos da estrutura. |
| **Sismo** | Representa o modo ou os modos de vibração seleccionados na função **Resultados>Gráficos>Opções...** (Figura 40)**.** Permite ainda visualizar a animação sísmica da estrutura e guardá-la em formato AVI. |

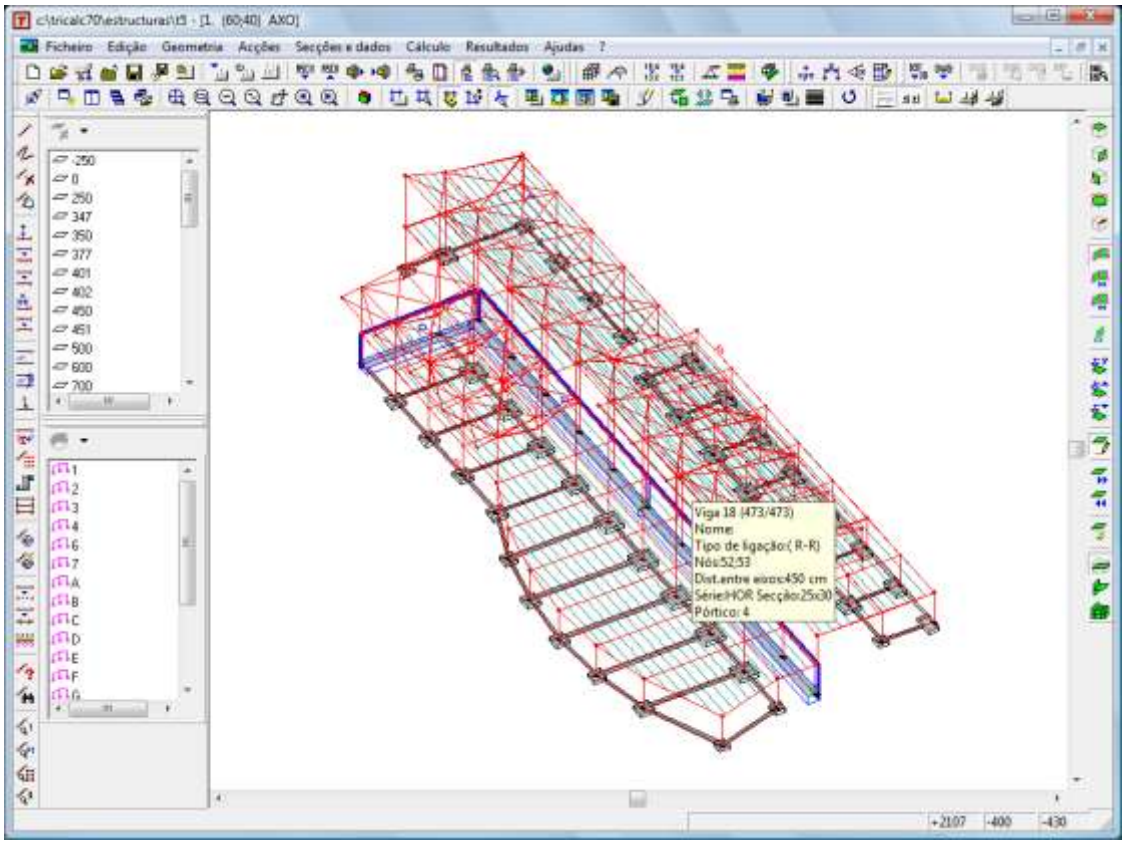



Figura 40: Função Resultados>Gráficos>Sismo>Modos de Vibração.

**Grupos**

Representa os diferentes planos que se interpretam como **grupos** (planos horizontais com lajes definidas, que para efeitos de cálculo se consideram como planos horizontais de rigidez infinita). Cada grupo representa-se como um polígono com uma cor que delimita o seu contorno. Além disso, todos os nós interiores de um grupo, também se representam na cor do seu contorno. Os nós que não pertencem a nenhum grupo representam-se a preto (Figura 41).

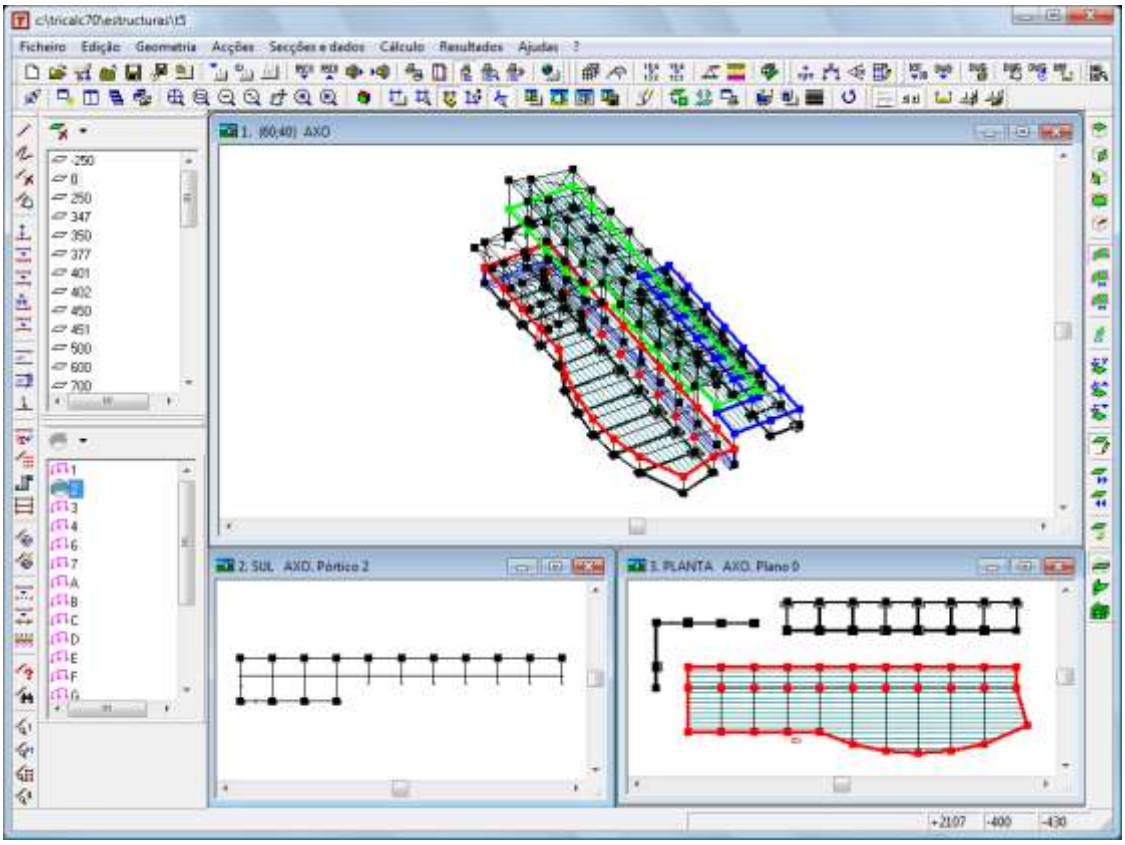

Ficheiro Edição Geometria Acções Secções e dados Cálculo Resultados Ajudas
1. (60;40) AXO
2. SUL AXO. Pórtico 2
3. PLANTA AXO. Plano 0

Figura 41: Função Resultados>Gráficos>Grupos

**Centros de massa e rigidez**

Esta função desenha o centro de rigidez e o centro de massa de cada **grupo**, indicando as suas coordenadas. Esta função só está disponível se for realizado o cálculo das acções sísmicas mediante métodos dinâmicos.

**Nós em Muros**

Esta função representa a vermelho os nós que se encontram dentro da secção dos muros de cave definidos com o módulo Tricalc-6. A utilidade desta função é a de comprovar graficamente que nós estão em contacto (apoiando) com o muro de cave. Os nós exteriores aos muros representam-se a preto (Figura 42). Se a estrutura está calculada é possível comprovar os nós da laje fungiforme aligeirada ou da laje maciça aos quais o programa atribuiu de forma automática condições de apoio por estarem contidos no muro.

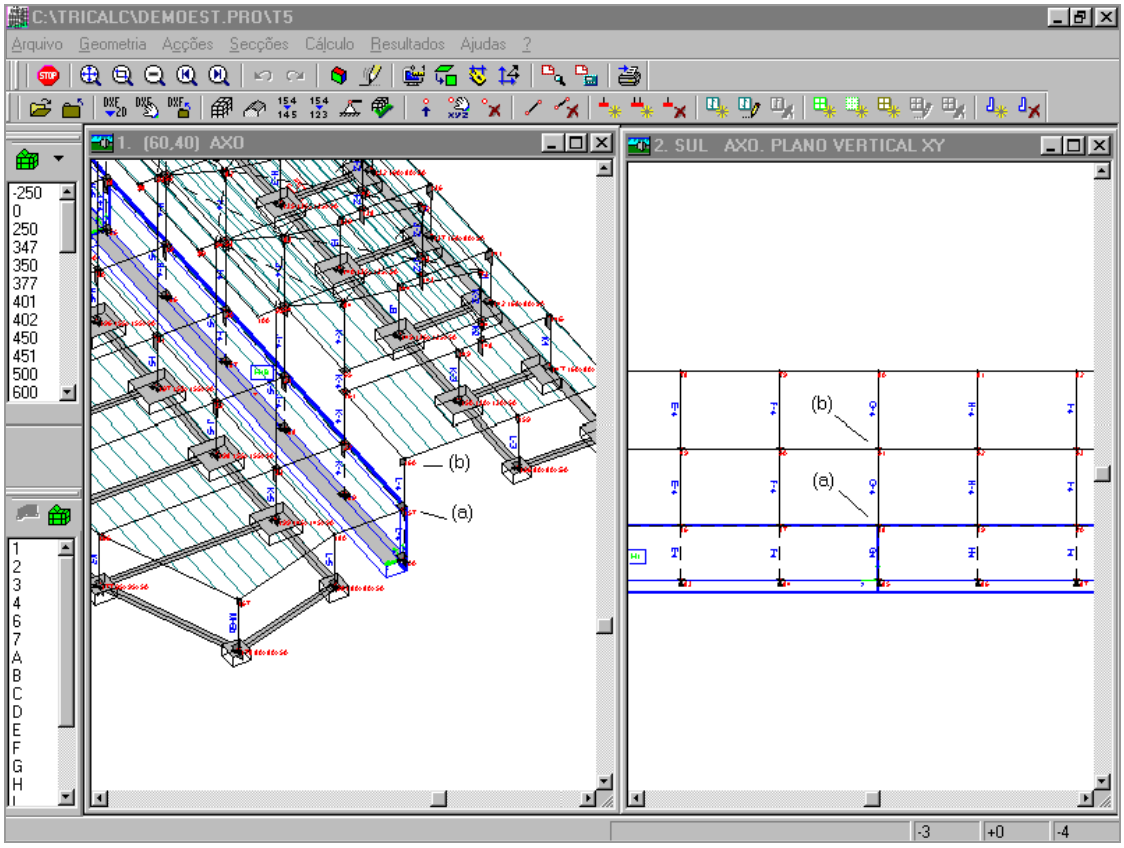
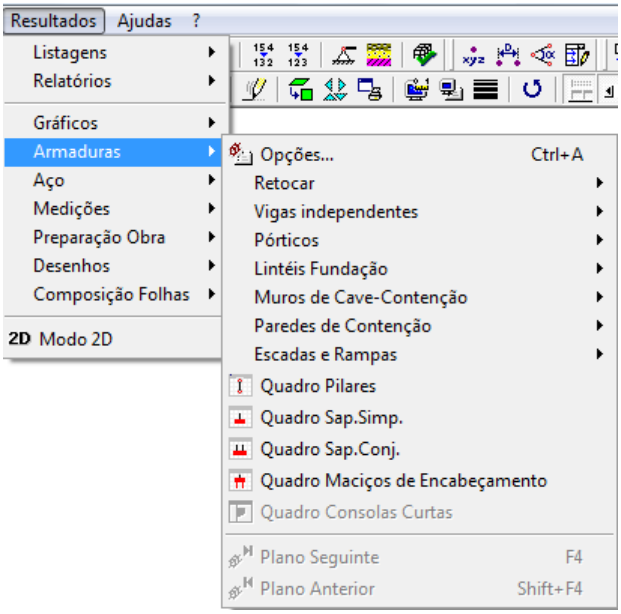



Figura 42: Função Resultados>Geometria>Nós em Muros.(a)Representa a vermelho os nós que se encontram dentro da secção dos muros de cave, (b)os nós exteriores aos muros representam-se a preto.

# O submenu *Resultados>Armaduras*

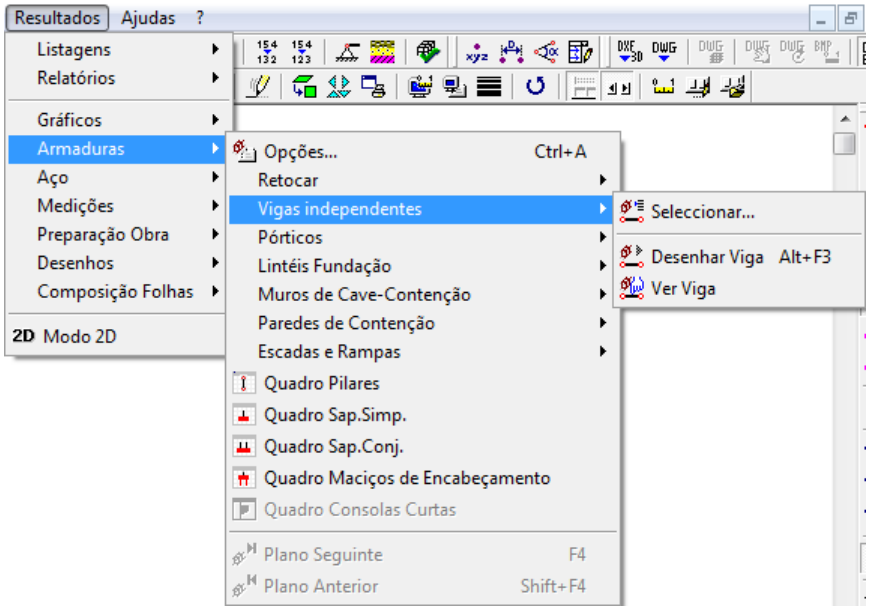
Neste submenu, encontram-se as funções para a obtenção e retoque de todos os desenhos de armaduras que o programa produz, à excepção dos desenhos de armadura de lajes, que se obtêm através das funções do submenu **Resultados>Desenhos**.




Nesta secção explicam-se as funções relativas aos desenhos de armaduras das barras de betão armado. As funções para a obtenção e retoque dos desenhos da fundação, muros de cave e lajes, expõem-se nos capítulos respectivos.

| | |
|---|---|
| **Opções...** | Esta função apresenta uma caixa de diálogo onde se podem definir as opções gráficas dos desenhos de armadura das barras de betão armado. Para mais informações pode ler o manual de instruções. |

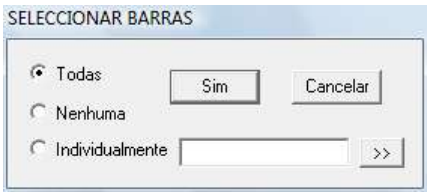
# O submenu *Resultados>Armaduras>Vigas*




Este submenu contém as funções necessárias para obter os desenhos de armaduras das vigas de uma estrutura não incluídas em nenhum pórtico.

**Seleccionar...** Com esta função podem-se seleccionar as vigas das quais se deseja obter o desenho de armadura. Ao executar a função, aparecerá uma caixa de diálogo com as seguintes opções:

| | |
|---|---|
| **Todas** | Seleccionam-se todas as vigas existentes fora de pórticos. |
| **Nenhuma** | Não se representará nenhuma viga. |
| **Individualmente** | Activando esta opção, podem-se seleccionar as vigas a representar indicando os seus números, separados por virgulas, no campo de texto. Também é possível seleccioná-las graficamente, para o que, pressiona-se o botão **>>.** |



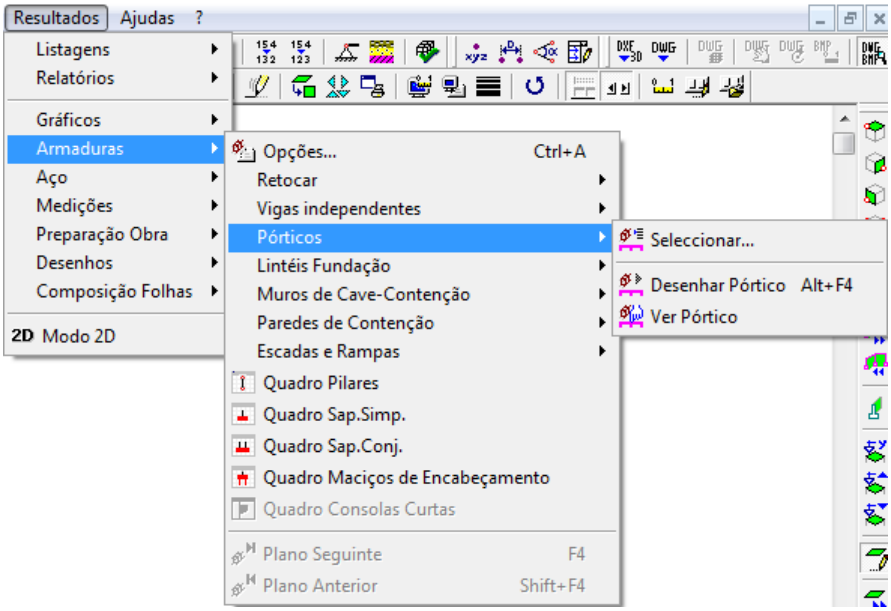

**Desenhar Viga** Esta função exibe os desenhos de armaduras das vigas que se tenham seleccionado.

**Viga Seguinte, Viga Anterior**

Estas funções permitem mostrar os desenhos de armaduras das vigas seguintes ou anteriores.

**Ver Viga** Esta função permite visualizar a armadura de uma viga, seleccionando-a de forma gráfica.

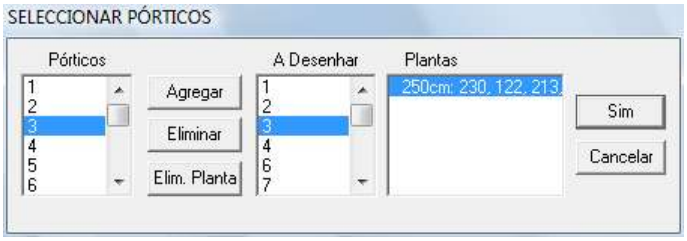
# O submenu *Resultados>Armaduras>Pórticos*




Este submenu contem as funções necessárias para obter os desenhos de armaduras dos pórticos de uma estrutura.

**Seleccionar...** Com esta função, podem seleccionar-se os pórticos dos quais interessa obter o desenho de armaduras. Ao executar esta função, aparece uma caixa de diálogo que inclui:

| | |
|---|---|
| **Pórticos** | Esta listagem inclui a totalidade dos pórticos definidos na estrutura. |
| **A Desenhar** | Esta listagem inclui os pórticos que serão desenhados. |
| **Plantas** | Nesta listagem, aparecem as cotas das armaduras que vão ser desenhadas de cada pórtico. Para retirar uma cota de um pórtico, selecciona-se e pressiona-se o botão **Eliminar Planta**. |




**...>Desenhar Pórtico, ...> Pórtico Seguinte, ...>Pórtico Anterior, ...>Ver Pórtico**

Estas funções equivalem às já expostas para o submenu **Resultados>Armaduras>Vigas**.

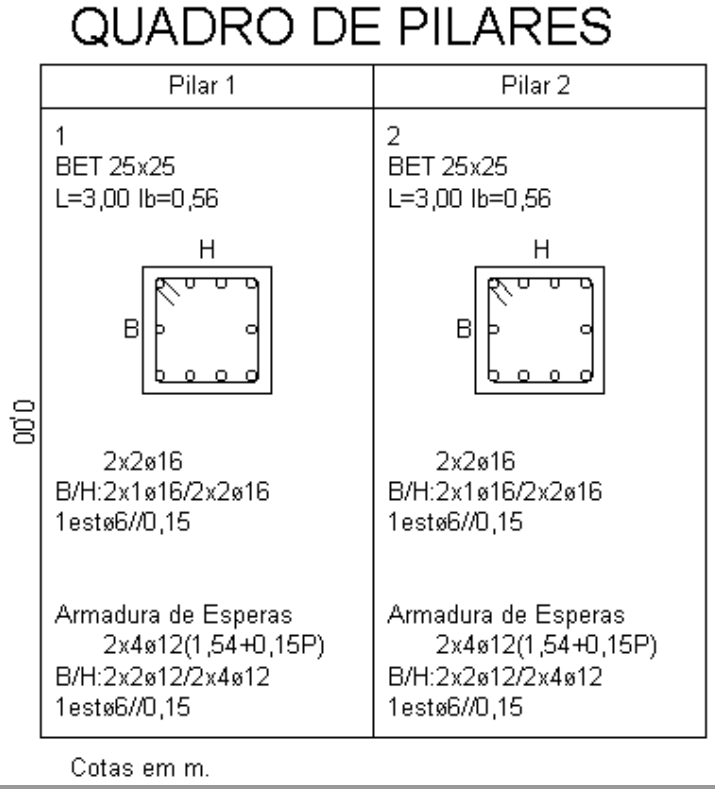
# A função *Resultados>Armaduras>Quadro Pilares*

Com esta função, pode-se obter o quadro de pilares de uma estrutura. O quadro de pilares pode-se compor com as alturas na vertical ou na horizontal, com os pilares individualizados ou agrupados por conjuntos, conforme for mais conveniente (esta opção encontra-se na caixa de diálogo da função **Resultados>Armaduras>Opções...**).

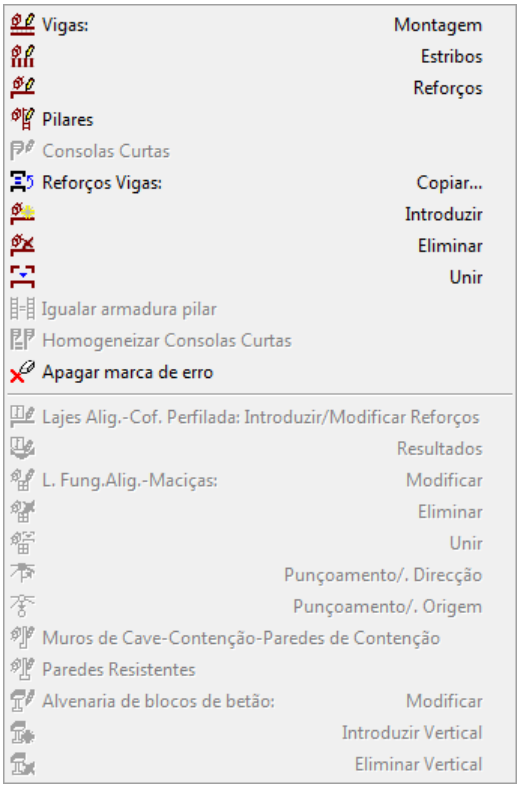
Para cada pilar, os dados referidos são:

- O número do pilar ou o seu nome, se o tiver.
- O ângulo de rotação $\beta$ ao redor do eixo $X_P$, se é diferente de zero.
- A série e a secção.
- O comprimento do pilar (**L**), medido entre a cota superior de lajes e o comprimento de amarração dos varões ($\mathbf{l_b}$).
- O desenho da secção transversal.
- A armadura longitudinal das duas faces **H** e **B** desenhadas na secção.
- A armadura transversal (estribos), indicada pelo número de estribos, o seu diâmetro e a sua separação. No caso de se necessitar de vários segmentos com distintas densidades de estribos, indicam-se os comprimentos e a respectiva densidade de estribos de cada segmento.
- As armaduras de esperas, para os pilares que partem das fundações.

Se o quadro de pilares se solicita **À Escala** e não cabe no papel definido, obter-se-ão vários quadros parciais em folhas distintas.



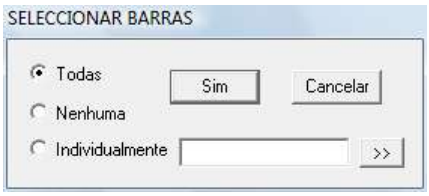
# O submenu *Resultados>Armadura>Retocar*



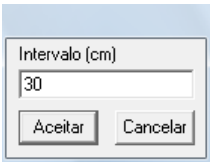

Este submenu permite ao utilizador modificar a armadura proposta pelo programa em vigas, pilares, lajes e muros de cave. Neste ponto, explica-se o retoque das armaduras das vigas e pilares. Os retoques de lajes e muros são detalhados nos seus capítulos correspondentes.

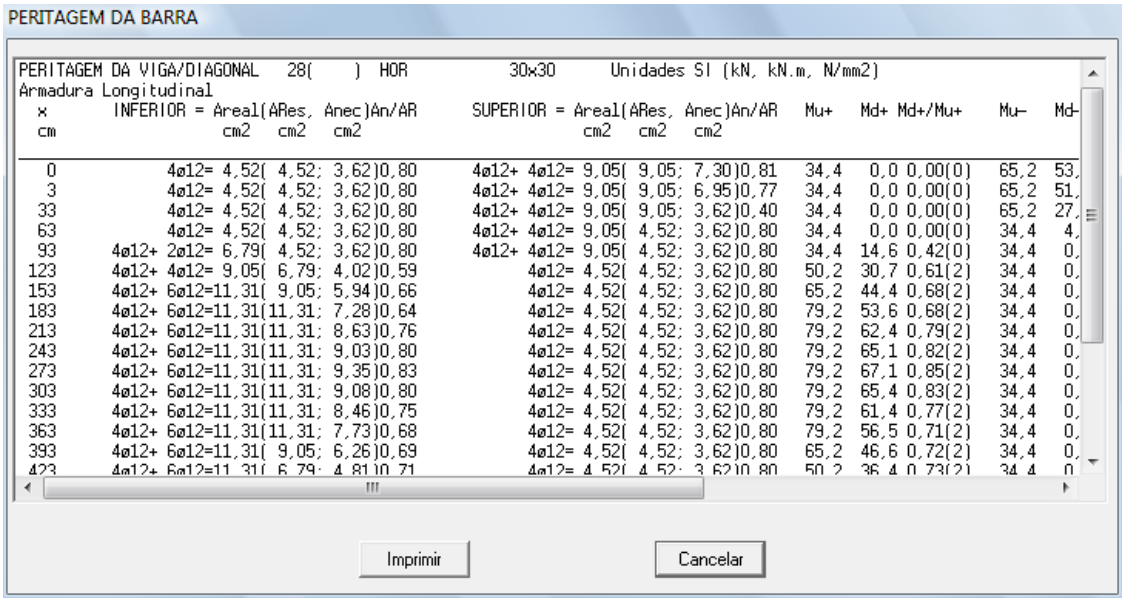
Para modificar o desenho da armadura de alguma viga ou pilar da estrutura, devem-se seguir os seguintes passos:

- Visualizar no ecrã o desenho onde se encontre a barra a modificar.
- Seleccionar a função correspondente dentro do submenu **Resultados>Armaduras>Retocar**, dependendo do tipo de armadura que se deseje retocar.
- Seleccionar o varão a retocar.
- Modificar os dados na caixa de diálogo que aparece no ecrã com a informação do número de varões, o diâmetro e o comprimento.

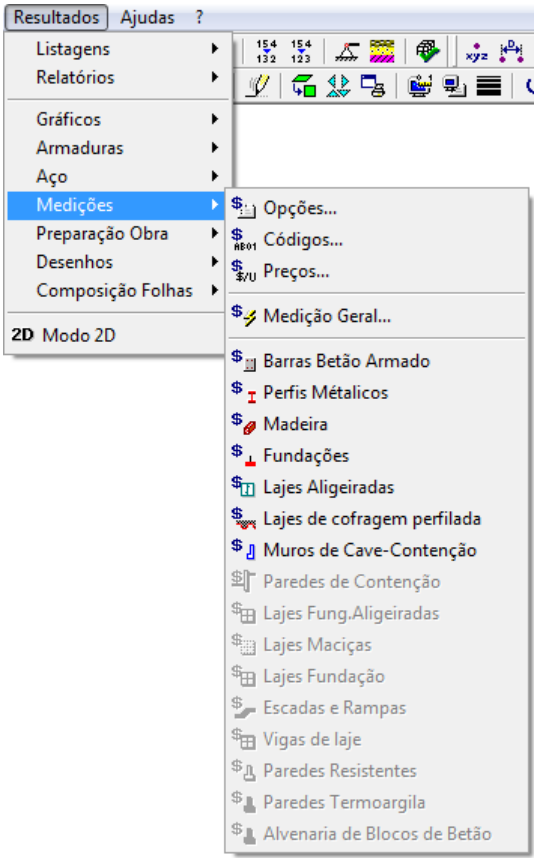


- Se pressionar o botão **Guardar**, o desenho ficará modificado. Também é possível solicitar uma peritagem da modificação efectuada. Para tal, pressiona-se o botão **Peritar...**. No campo **Intervalo (cm),** indica-se a separação entre as secções que se desejam peritar. O programa mostra uma listagem pormenorizada onde se reflecte, por secções, a necessidade estrita de armadura por cálculo comparada com a armadura real disponível depois das modificações efectuadas. Se em alguma secção se detecta insuficiência de armadura, assinala-se com a notação ***. Também se mostram os dados dos esforços de cálculo comparados com os esforços últimos de cada secção.



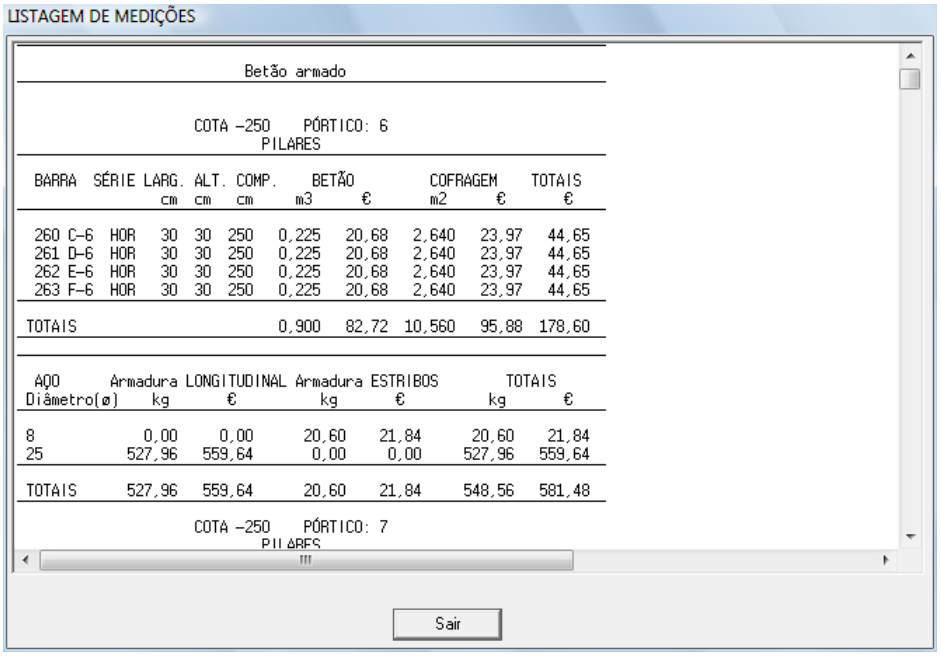



# O submenu *Resultados>Medições*




Dentro deste submenu encontram-se as funções que permitem a medição de todos os elementos da estrutura, segundo diferentes formatos.

| | |
|---|---|
| **Opções...** | Esta função mostra uma caixa de diálogo onde se podem definir as distintas opções das listagens de medição que proporciona o programa. Para mais informações consulte o manual de instruções. |
| **Preços...** | Dentro da caixa de diálogo desta função, podem-se fixar os preços do aço, betão e cofragem em pilares, vigas e diagonais. Estes preços serão os utilizados nas listagens de medição no ecrã, impressora ou arquivo de texto ASCII.<br>Nesta função pode também seleccionar a moeda a utilizar. |


LISTAGEM DE MEDIÇÕES

Betão armado

COTA -250 PÓRTICO: 6
PILARES

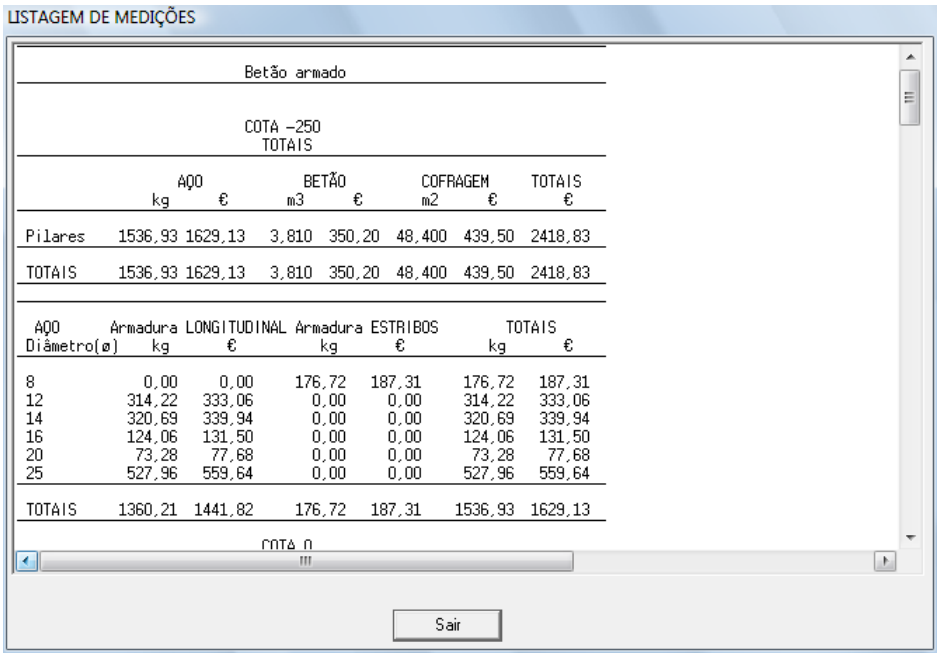
| BARRA | SÉRIE | LARG. cm | ALT. cm | COMP. cm | BETÃO m3 | BETÃO € | COFRAGEM m2 | COFRAGEM € | TOTAIS € |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 260 C-6 | HOR | 30 | 30 | 250 | 0,225 | 20,68 | 2,640 | 23,97 | 44,65 |
| 261 D-6 | HOR | 30 | 30 | 250 | 0,225 | 20,68 | 2,640 | 23,97 | 44,65 |
| 262 E-6 | HOR | 30 | 30 | 250 | 0,225 | 20,68 | 2,640 | 23,97 | 44,65 |
| 263 F-6 | HOR | 30 | 30 | 250 | 0,225 | 20,68 | 2,640 | 23,97 | 44,65 |
| TOTAIS | | | | | 0,900 | 82,72 | 10,560 | 95,88 | 178,60 |

| AÇO Diâmetro(ø) | Armadura LONGITUDINAL kg | € | Armadura ESTRIBOS kg | € | TOTAIS kg | € |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 0,00 | 0,00 | 20,60 | 21,84 | 20,60 | 21,84 |
| 25 | 527,96 | 559,64 | 0,00 | 0,00 | 527,96 | 559,64 |
| TOTAIS | 527,96 | 559,64 | 20,60 | 21,84 | 548,56 | 581,48 |

COTA -250 PÓRTICO: 7
PILARES

Sair

Figura 43: Medição completa de betão armado.


LISTAGEM DE MEDIÇÕES

Betão armado

COTA -250
TOTAIS

| | AÇO kg | € | BETÃO m3 | € | COFRAGEM m2 | € | TOTAIS € |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pilares | 1536,93 | 1629,13 | 3,810 | 350,20 | 48,400 | 439,50 | 2418,83 |
| TOTAIS | 1536,93 | 1629,13 | 3,810 | 350,20 | 48,400 | 439,50 | 2418,83 |

| AÇO Diâmetro(ø) | Armadura LONGITUDINAL kg | € | Armadura ESTRIBOS kg | € | TOTAIS kg | € |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 0,00 | 0,00 | 176,72 | 187,31 | 176,72 | 187,31 |
| 12 | 314,22 | 333,06 | 0,00 | 0,00 | 314,22 | 333,06 |
| 14 | 320,69 | 339,94 | 0,00 | 0,00 | 320,69 | 339,94 |
| 16 | 124,06 | 131,50 | 0,00 | 0,00 | 124,06 | 131,50 |
| 20 | 73,28 | 77,68 | 0,00 | 0,00 | 73,28 | 77,68 |
| 25 | 527,96 | 559,64 | 0,00 | 0,00 | 527,96 | 559,64 |
| TOTAIS | 1360,21 | 1441,82 | 176,72 | 187,31 | 1536,93 | 1629,13 |

COTA 0

Sair

Figura 44: Medição resumida de betão armado.

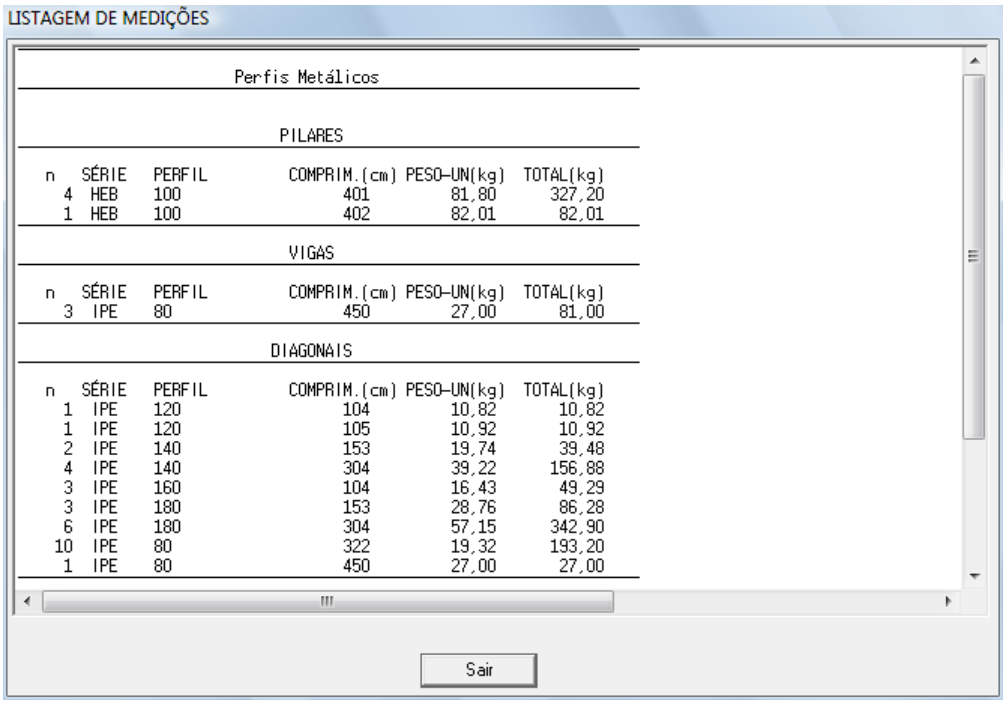
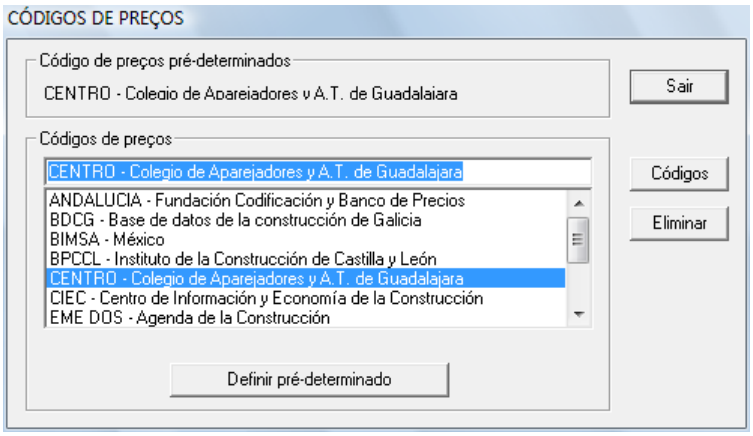

LISTAGEM DE MEDIÇÕES
Perfis Metálicos
PILARES
n SÉRIE PERFIL COMPRIM.(cm) PESO-UN(kg) TOTAL(kg)
4 HEB 100 401 81,80 327,20
1 HEB 100 402 82,01 82,01
VIGAS
n SÉRIE PERFIL COMPRIM.(cm) PESO-UN(kg) TOTAL(kg)
3 IPE 80 450 27,00 81,00
DIAGONAIS
n SÉRIE PERFIL COMPRIM.(cm) PESO-UN(kg) TOTAL(kg)
1 IPE 120 104 10,82 10,82
1 IPE 120 105 10,92 10,92
2 IPE 140 153 19,74 39,48
4 IPE 140 304 39,22 156,88
3 IPE 160 104 16,43 49,29
3 IPE 180 153 28,76 86,28
6 IPE 180 304 57,15 342,90
10 IPE 80 322 19,32 193,20
1 IPE 80 450 27,00 27,00
Sair

Figura 45: Medição de perfis metálicos.

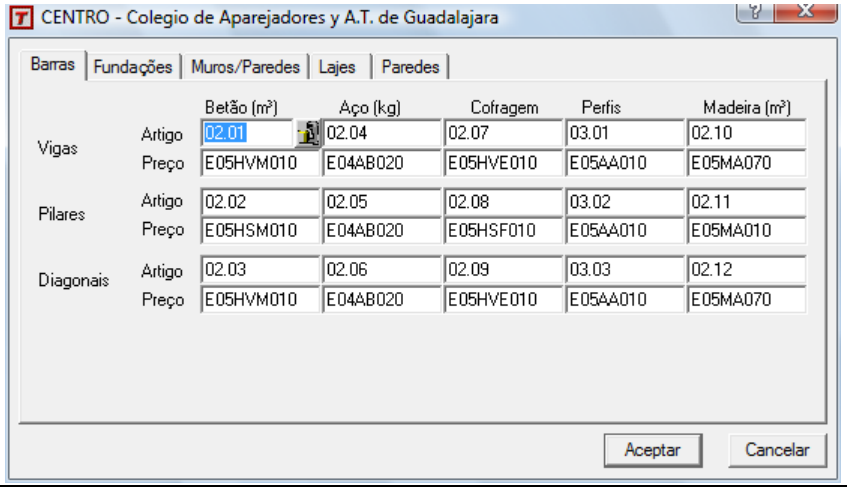
**Códigos...**

Esta função permite definir os códigos dos artigos com medição para serem exportados em formato Gest 6, FIE-1 ou FIEBDC3/95. Cada artigo deve incluir, além do seu código, o de uma unidade de obra associada, que será distinto em função da base de preços que se utilizar.

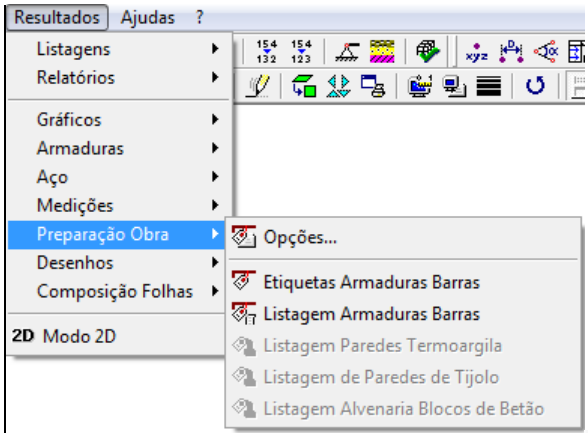
Na caixa de diálogo mostram-se várias bases de preços, de entre as quais se selecciona a desejada e pressiona-se o botão **Fixar como pré-determinado.**


CÓDIGOS DE PREÇOS
Código de preços pré-determinados
CENTRO - Colegio de Aparejadores y A.T. de Guadalajara
Sair
Códigos de preços
CENTRO - Colegio de Aparejadores y A.T. de Guadalajara
ANDALUCIA - Fundación Codificación y Banco de Precios
BDCG - Base de datos de la construcción de Galicia
BIMSA - México
BPCCL - Instituto de la Construcción de Castilla y León
CENTRO - Colegio de Aparejadores y A.T. de Guadalajara
CIEC - Centro de Información y Economía de la Construcción
EME DOS - Agenda de la Construcción
Códigos
Eliminar
Definir pré-determinado

Também é possível definir os códigos de uma base de preços nova, introduzindo o seu nome no campo de texto e pressionando o botão **Códigos...**.




## O submenu *Resultados>Preparação Obra*




Neste submenu, encontram-se as funções necessárias para solicitar etiquetas ou listagens das armaduras correspondentes às barras de betão armado da estrutura.

| | |
|---|---|
| **Opções...** | Com esta função, acede-se a uma caixa de diálogo onde se podem definir diferentes opções que afectam a listagem. Para mais informações consulte o manual de instruções. |
| **Etiquetas** | Esta função cria as etiquetas de preparação das armaduras, de acordo com as opções definidas. |
| **Listagem** | Esta função gera a listagem das armaduras, de acordo com as opções definidas (Figura 46). |

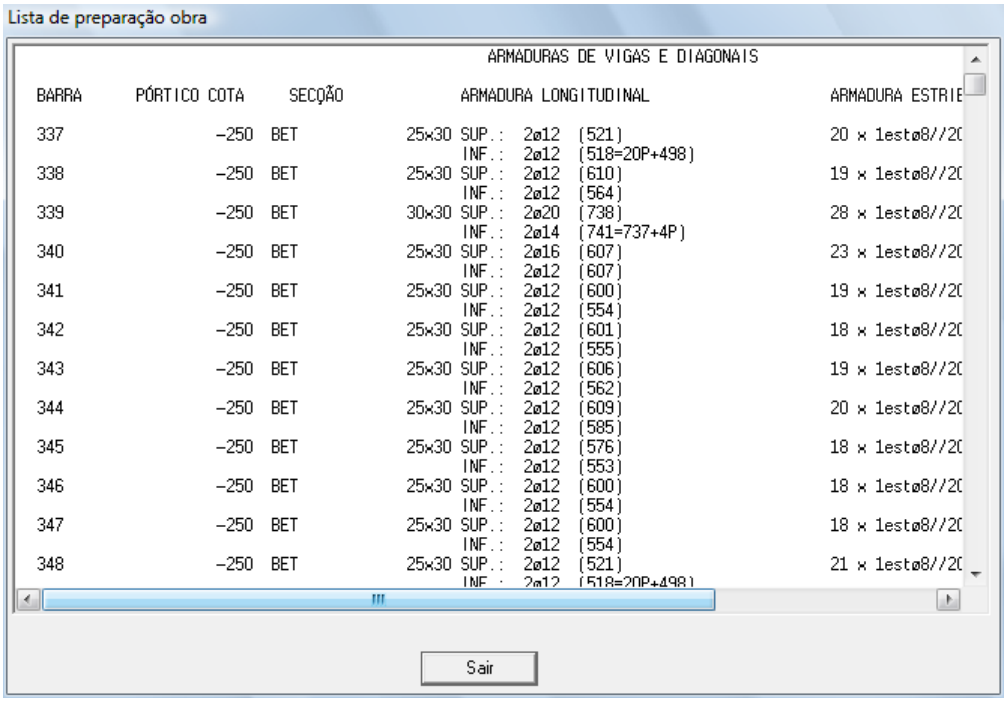
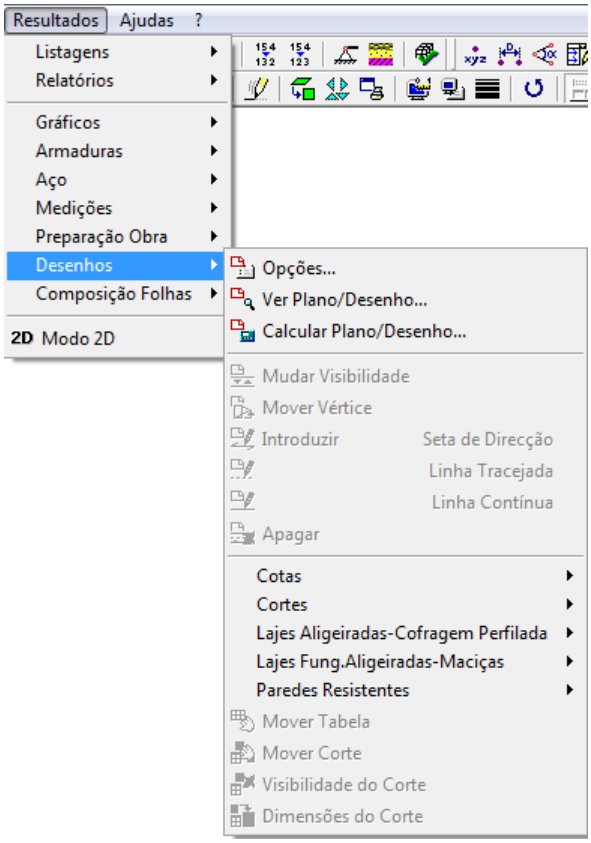



Figura 46: Listagem de preparação obra

# O submenu *Resultados>Desenhos*




Um **desenho** em Tricalc é uma representação das barras de um plano qualquer do espaço, desenhadas em verdadeira grandeza e tendo em conta as opções de posicionamento fixadas para cada uma delas.

No caso de em um desenho existir alguma laje já calculada, mostra-se toda a informação da sua armadura.

Para poder solicitar o desenho de um plano da estrutura, é necessário que o plano se tenha pré-definido antes com a função **Geometria>Plano>Pré-definir...**. Recorda-se que todos os planos horizontais são pré-definidos automaticamente, com o nome da cota dos seus nós, em cm (capítulo 3).

As funções que se encontram no submenu **Resultados>Desenhos** permitem elaborar desenhos que contêm a seguinte informação:

- Todas as barras da estrutura situadas nesse plano, desenhadas em verdadeira grandeza e indicando os seus eixos com uma linha descontínua.
- As secções das barras cortadas por esse plano.
- A armadura das lajes contidas nesse plano.

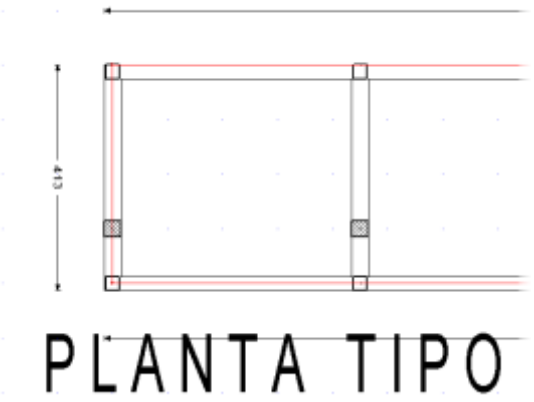
Para obter os desenhos, basta ter definida a geometria e as secções atribuídas a cada barra. Não é necessário que a estrutura tenha sido calculada, excepto no caso das lajes.

**Opções...** Esta função apresenta uma caixa de diálogo com as opções que afectam à obtenção dos desenhos. Para mais informações consulte o manual de instruções.

**Preencher secção dos pilares**

Permite activar um modo de representação das secções dos pilares em desenhos, com o seguinte critério de preenchimento da secção:

- Riscas em duas direcções perpendiculares (cheio), com separação entre linhas de 0.4mm , desenhando-se a secção do pilar superior, quando existam tanto o **pilar superior como o inferior.**
- Riscas em uma direcção com separação entre linhas de 0.7mm (a secção do pilar superior) quando exista **pilar superior porém não existe pilar inferior.**
- Sem preencher quando só existe pilar inferior.




**Calcular Plano>Desenho**

Ao executar esta função, o programa calcula o desenho que se indicar. Um plano já calculado pode ser solicitado com a função **...>Ver Plano>Desenho.** Quando se calcula o desenho de um plano, os seus dados ficam armazenados, de forma que cada vez que se solicita, não é necessário que se calcule de novo. No entanto, se depois de calcular um desenho modificar a secção ou o posicionamento de alguma das barras contidas no desenho, será necessário voltar a calcular o desenho com esta função.

**Ver plano** Esta função mostra uma caixa de diálogo na qual figuram todos os planos pré-definidos. Por defeito, pré-definem-se automaticamente as cotas nas quais exista pelo menos um nó. É possível pré-definir qualquer outro plano não horizontal através da função **Geometria>Plano> Pré-definir...**.

Para a representação dos desenhos, além das opções definidas na função **...>Desenhos>Opções...,** têm-se em conta as opções de desenho do número dos nós e das barras, nome de barras, secção atribuída, altura do texto, etc.

**Mudar Visibilidade** Esta função permite retocar os desenhos, ocultando alguma linha. Para a executar, selecciona-se a linha que se deseja ocultar. Se a seleccionar uma segunda vez, repõe-se o estado anterior de visibilidade (Figura 47).

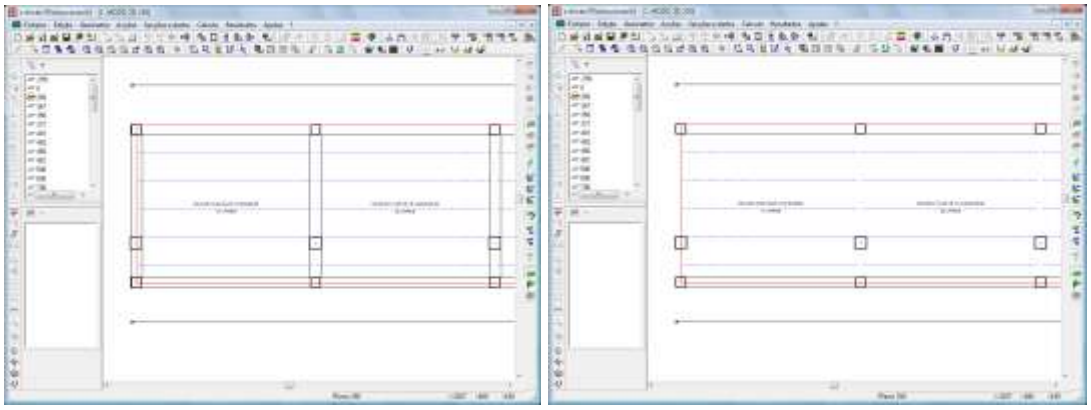


Figura 47: Função Resultados>Desenhos>Mudar Visibilidade.

**Mover Vértice** Esta função permite deslocar os vértices das barras num desenho, com o qual se retoca o desenho para ajustá-lo aos critérios de representação que se pretenda (Figura 48).

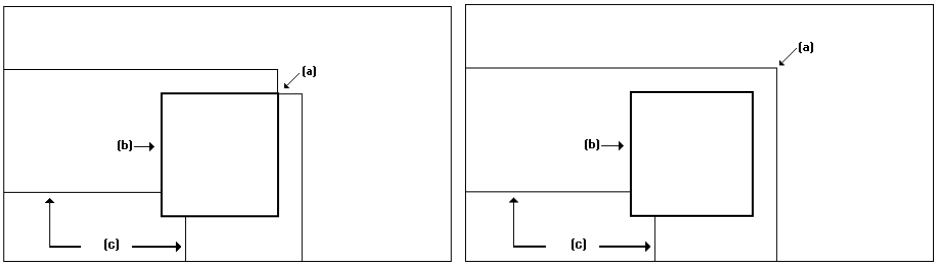



Figura 48: Zoom de um pilar num desenho da planta.
Função Resultados>Desenhos>Mover Vértice.(a)Vértice a mover, (b)pilar, (c)vigas.

**Introduzir Seta de Direcção**

Com esta função, pode-se introduzir um símbolo (uma seta) de direcção, das vigotas em um desenho ou a direcção da armadura de uma laje qualquer. Para tal, deve-se indicar no desenho dois pontos que definam os extremos da seta.

**Linha Tracejada** Com esta função pode-se desenhar uma linha tracejada em um plano de desenho.

**Linha Contínua** Função similar à anterior para linhas contínuas.

**Apagar** Com esta função, podem-se eliminar as setas de direcção ou as linhas que se tenham introduzido com as funções anteriores.

**Cotas>Cota Dois Pontos**

Esta função introduz uma cota em desenhos. Para tal, seleccionam-se os dois pontos que definem o segmento a cotar e depois marca-se um ponto pelo qual passará a linha de cota (Figura 49). O botão esquerdo do rato capta nós já existentes e o botão direito capta qualquer ponto do espaço, pelo que normalmente clique em dois nós com o botão esquerdo e clique com o botão direito no local do desenho onde se quer colocar a cota.

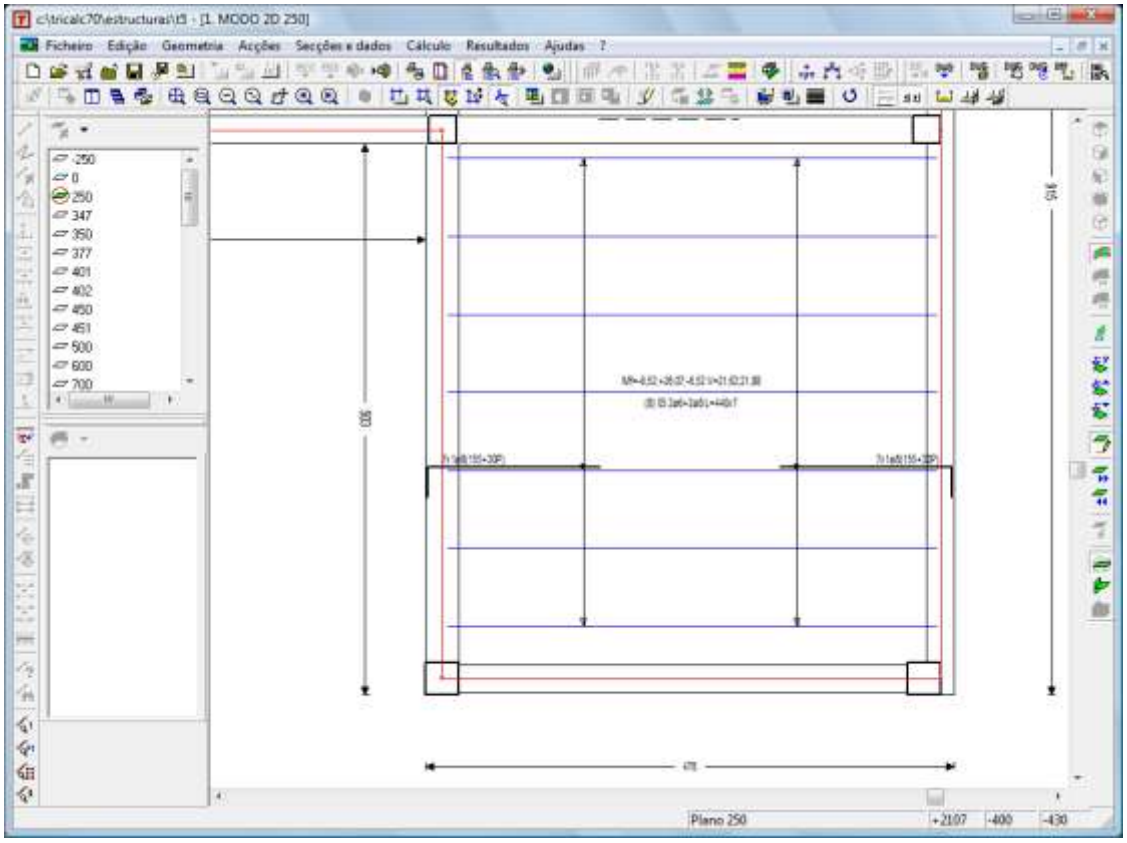



Figura 49: Função Resultados>Desenhos>Cotas>Cota Dois Pontos.

**Cotas>Apagar Cota** Esta função permite eliminar as cotas introduzidas com a função anterior.

O funcionamento das funções dos submenus **Resultados>Desenhos> Lajes Aligeiradas** e **...>Lajes Fung. Aligeiradas-Maciças** é explicado nos capítulos das respectivas lajes.

**Cortes** Esta função introduz um corte em um desenho. Para tal, seleccionam-se os dois pontos que definem o corte e depois marca-se um ponto onde se situará o corte. O botão esquerdo do rato capta nós já existentes e o botão direito capta qualquer ponto do espaço, pelo que normalmente clique em três pontos com o botão direito do rato, com a opção de malha bloqueada activada. Existem opções para configurar a apresentação do corte permitem inclusive alterar as escalas relativas do desenho.

# Capítulo 10

# Composição de Folhas

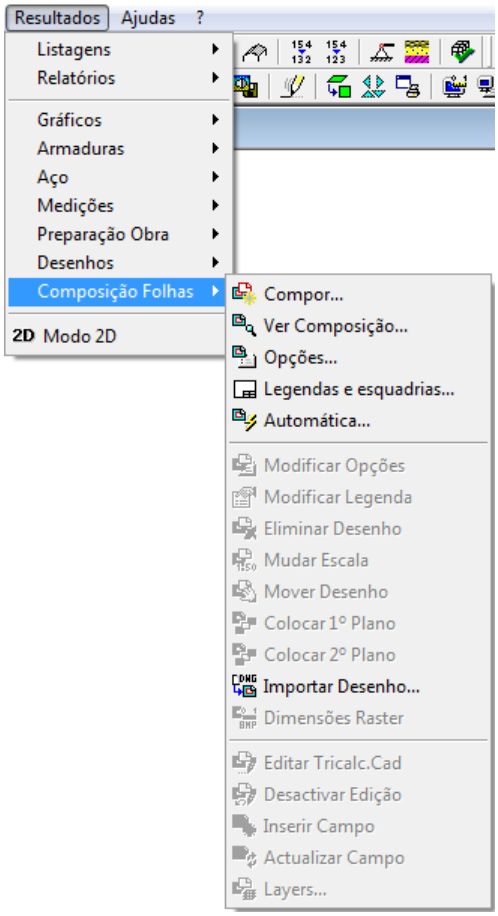
**INTRODUÇÃO**

- Neste capítulo, explica-se a forma de compor vários documentos gráficos em uma mesma folha e, posteriormente. Como conseguir a sua impressão.

**OBJECTIVOS**

- O utilizador poderá criar folhas compostas por vários desenhos, à mesma ou a diferentes escalas, e com o posicionamento desejado. Poderá inclusive compor desenhos em formato DWG/DXF, ou raster BMP criados com outros programas.

# A função *Resultados>Composição Folhas>Compor...*



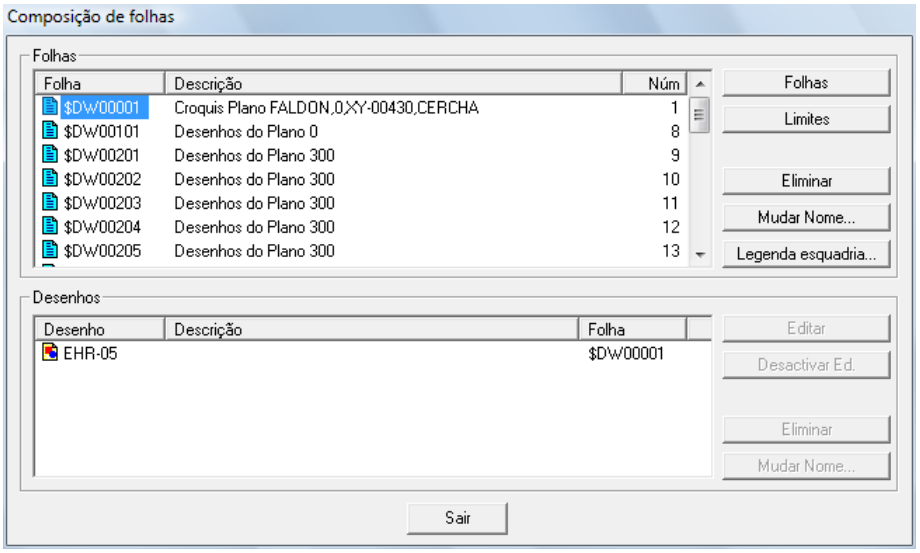

Numa composição de desenhos, pode-se incluir qualquer um dos documentos gráficos que são proporcionados pelo programa, desde esquemas de geometria, desenhos de armaduras, desenhos de plantas, quadros de pilares e sapatas, etc.... Também se podem compor desenhos em formatos DWG/DXF, ou **raster** BMP(scanner) criados com outros programas. A composição de folhas é dimensionada segundo o tamanho da folha definido em **...>Composição Folhas> Opções...>Papel...**.

Para incluir um qualquer documento gráfico gerado pelo programa numa composição de folhas, procede-se do seguinte modo:

- Chama-se para o ecrã o gráfico, desenho de armaduras ou desenho de piso a compor, etc.
- Selecciona-se a função **Resultados>Composição Folhas>Compor....** No campo relativo a **Planos de composição**, introduz-se o nome da **Composição de Folhas** a criar, com um máximo de oito caracteres. No campo relativo a **Desenhos,** introduz-se um nome para o desenho, com um máximo de oito caracteres.

- Pressiona-se o botão **Compor,** e aparece representado os limites do desenho com uma linha descontínua de cor vermelha. Situa-se o desenho na posição desejada, e pressiona-se com o botão esquerdo do rato.

Repete-se o mesmo processo para cada desenho, até se completar a composição de folha desejada.



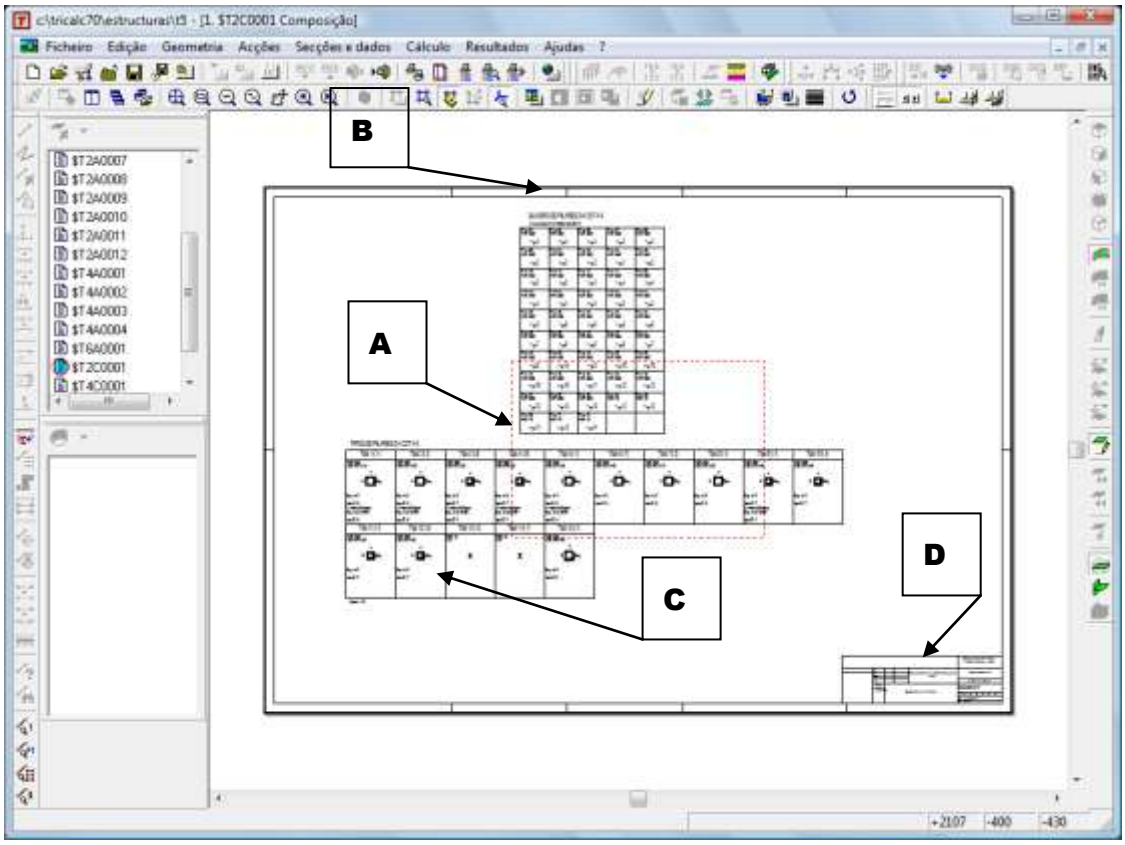
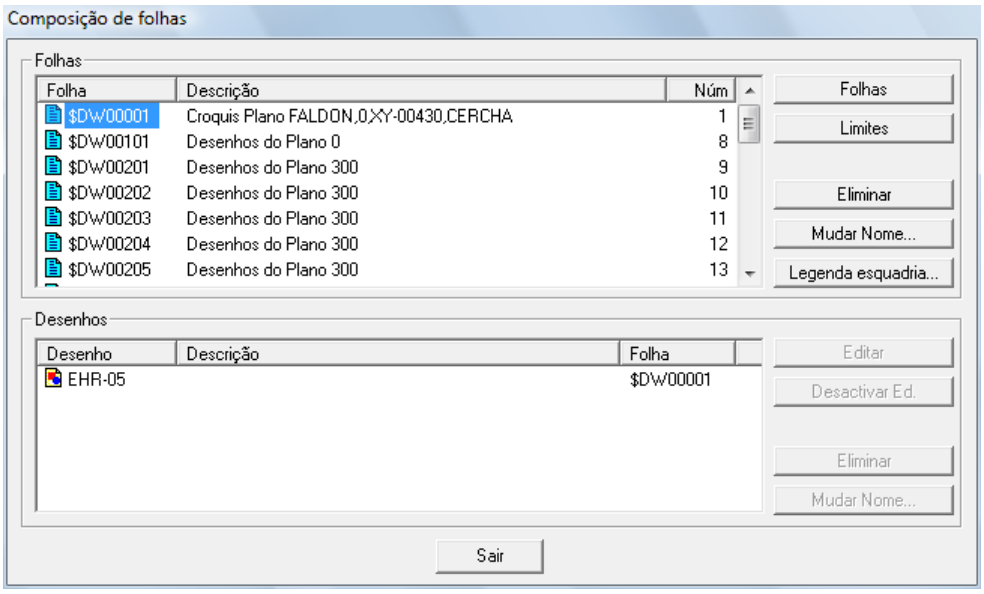



Figura 50: Plano de composição. (a) limites do papel, (b) esquadria, (c) desenho, (d) legenda.

A opção **Autocentrado** não é válida para incluir os vários desenhos numa composição de folhas. A opção de **Autocentrado** determina a escala a adoptar em função do tamanho do desenho e do tamanho da folha, o que neste caso não é possível pois a folha vai conter vários desenhos e não um único. Portanto, é preciso definir previamente a escala dos desenhos nas respectivas caixas de diálogo das funções **Resultados>Gráficos>Opções..., ...>Armaduras>Opções...** ou **...>Desenhos>Opções...,** conforme se trate de gráficos, desenhos de armaduras ou plantas, respectivamente.

## A função *Resultados>Composição Folhas>Ver Composição...*

Com esta função, visualizam-se as folhas com composições de desenhos já criadas com a função **...>Compor...**, enviando-se para o periférico seleccionado na caixa de diálogo da função **Resultados>Composição Folhas>Opções...** (ecrã, impressora ou **plotter,** ou ficheiro DWG/DXF).




A caixa de diálogo contém os seguintes botões:

| | |
|---|---|
| **Folhas** | Permite visualizar a composição de desenhos que se seleccionar na listagem **Folhas** (Figura 50). |
| **Limites** | Permite desenhar a composição de desenhos representando exclusivamente os limites exteriores de cada desenho, deste modo a velocidade de representação é maior. Esta opção é interessante para verificar a colocação e o tamanho dos desenhos. |
| **Eliminar** | Podem-se eliminar composições de desenhos já criadas.<br>Para eliminar desenhos incluídos dentro de uma composição de desenhos, utiliza-se a função **Resultados>Composição Folhas>Ver Composição>Eliminar.** |
| **Mudar nome** | Permite alterar o nome da composição de folhas que se tenha seleccionada na lista adjacente. Este nome é o próprio nome do ficheiro de desenho criado no disco rígido do computador. |

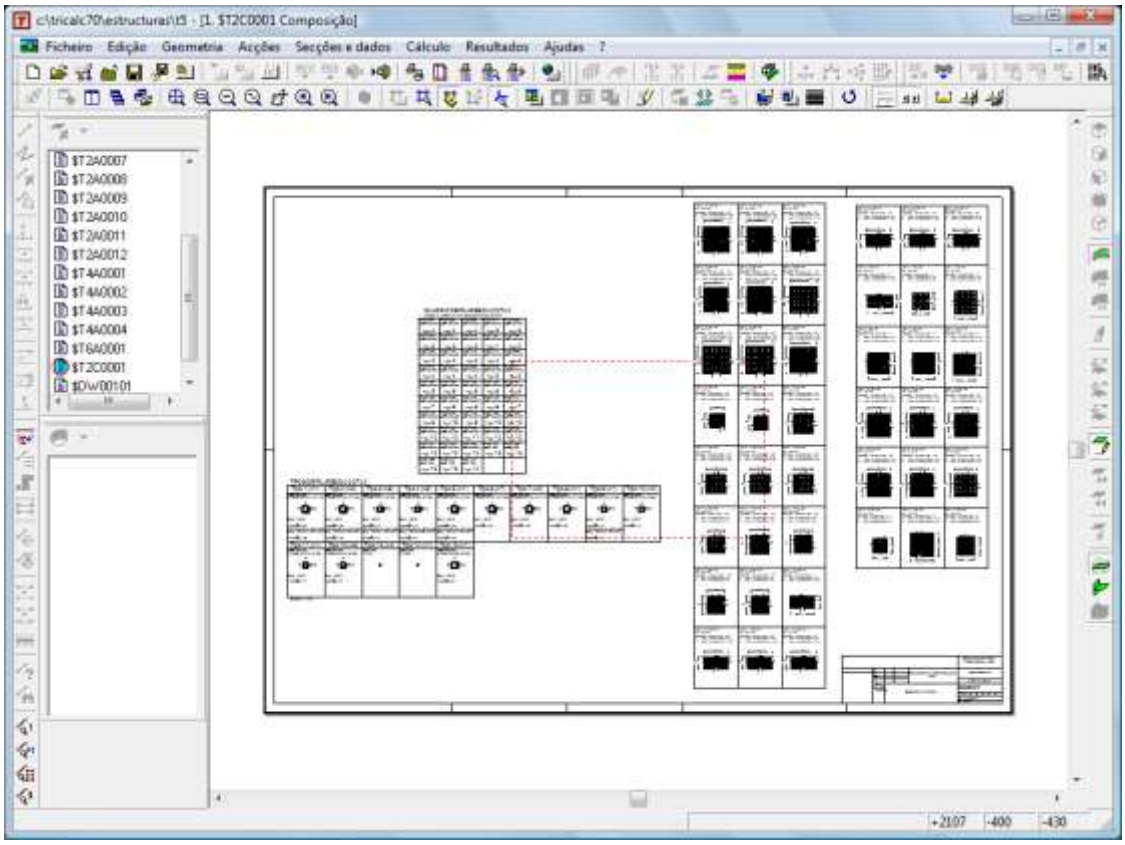
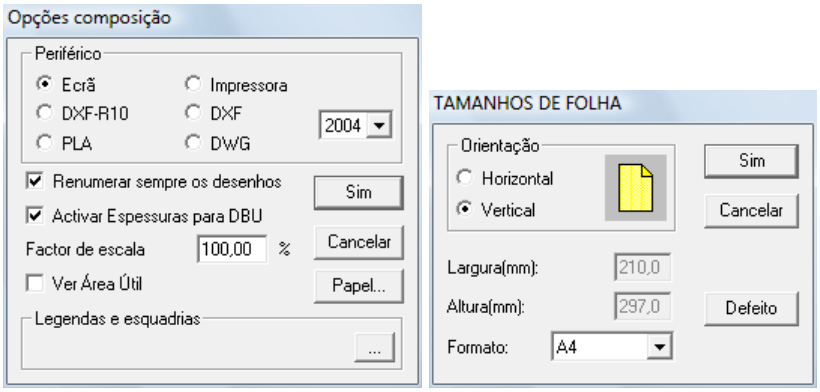


Figura 51: Composição de Desenhos.

## A função *Resultados>Composição Folhas>Opções...*

Esta função mostra uma caixa de diálogo onde se podem definir diferentes opções para a **composição de folhas**. São as seguintes:



| Opção | Descrição |
|---|---|
| **Periférico** | É possível enviar a composição de desenhos para o ecrã, para a impressora pré-determinada (ou plotter), ou para um ficheiro em formato DWG/DXF. É igualmente possível criar um ficheiro do tipo PLA (composição de desenhos no formato TricaIc.Cad). |
| **Renumerar...** | Se activar esta opção, a numeração do desenho realiza-se de forma automática. |
| **Activar espessuras**... | Permite exportar as espessuras dos traços para os ficheiros do tipo DBU. |
| **Factor de escala** | Dá a possibilidade ao utilizador de aplicar um factor multiplicativo à composição realizada. Esse factor pode ser de ampliação (maior que 100%) ou redutor (menor que 100%). |
| **Ver área útil** | Como na maioria dos programas em Windows, esta opção permite ao utilizador saber quais os limites de impressão impostos pela folha escolhida nas opções da impressora seleccionada. Tudo o que se encontre exterior à linha tracejada não será impresso. |
| **Legendas e ...** | A opção **Legendas e esquadrias** permite aceder à caixa de diálogo de selecção do tipo de legenda e esquadria que pretendemos incluir na folha. |
| **Papel** | Pressionando este botão, acede-se à caixa de diálogo **TAMANHOS DE FOLHA**, onde se podem definir o formato e a orientação da folha de papel a utilizar na composição de desenhos**, independentemente da impressora pré-determinada nesse momento**. |

É possível enviar várias composições de desenhos de forma consecutiva para a impressora ou **plotter**. Para tal, assinalam-se todos os planos desejados na função **...>Ver planos...**.

Também é possível utilizar a impressão automática (capítulo 1). Neste caso, procede-se do seguinte modo:

- Activa-se a função Ficheiro>Impressora>Impressão Automática.
- Na caixa de diálogo da função **Resultados>Composição Folhas>Opções...**, activa-se a opção **Impressora**.
- Seleccionam-se os vários trabalhos a imprimir, que se vão adicionando à listagem de trabalhos pendentes, que se podem visualizar mediante a função **Ficheiro>Impressora Visualizar Trabalhos...**.
- Executa-se a função **Ficheiro>Impressora>Imprimir Trabalhos**, com a qual se inicia a impressão.

# Outras funções do submenu *Resultados>Composição Folhas*

| Função | Descrição |
|---|---|
| **Eliminar Desenho** | Esta função permite eliminar os desenhos contidos em uma composição. Só se encontra disponível quando se está a visualizar no ecrã uma composição, solicitada com as opções **Folhas** ou **Limites**, na caixa de diálogo da função **...>Ver Composição...**. |
| **Mudar Escala** | Com esta função, pode-se modificar a escala de qualquer desenho contido na folha de composição exibida no ecrã. Depois executar a função, selecciona-se graficamente o desenho desejado, com o que aparece uma caixa de diálogo com a escala actual, que pode ser modificada. |
| **Mover Desenho** | Esta função permite modificar a posição de um desenho dentro da folha de composição exibida no ecrã. Para tal, selecciona-se o desenho e arrasta-se até à nova posição. |
| **Colocar 1º Plano** | No caso de existirem vários desenhos na folha de composição e pretendermos que estes se sobreponham (por exemplo para impressão da arquitectura conjuntamente com a estrutura) há que indicar qual a ordem de sobreposição que pretendemos. Com esta função coloca-se em primeiro plano (por cima) o desenho (a) que se seleccione de seguida. |

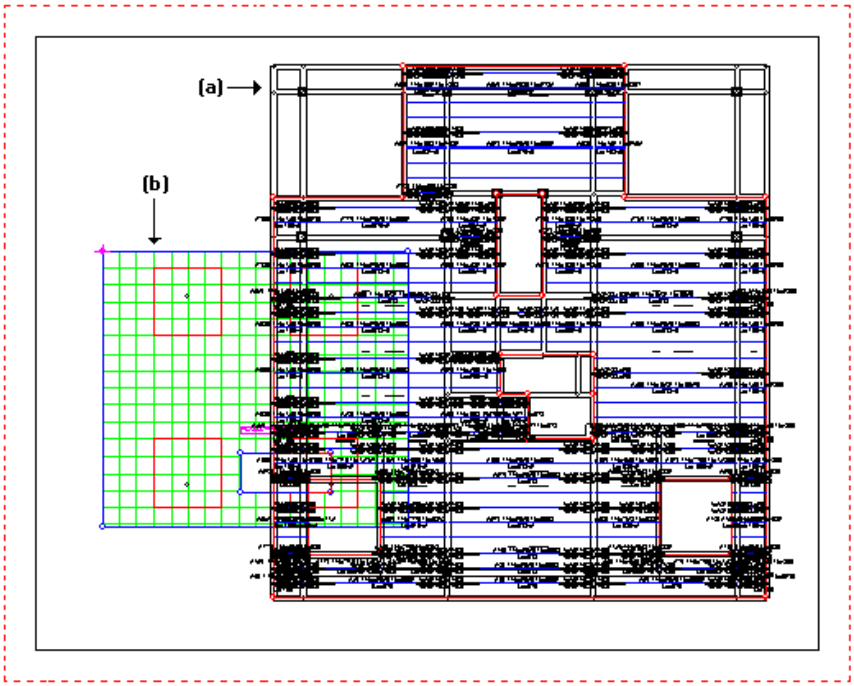



Figura 52: Função ...>Colocar 1º Plano.

**Colocar 2º Plano** Esta função é inversa à anterior. O desenho (a) será ocultado pelos desenhos que se lhe sobreponham (Figura 53).

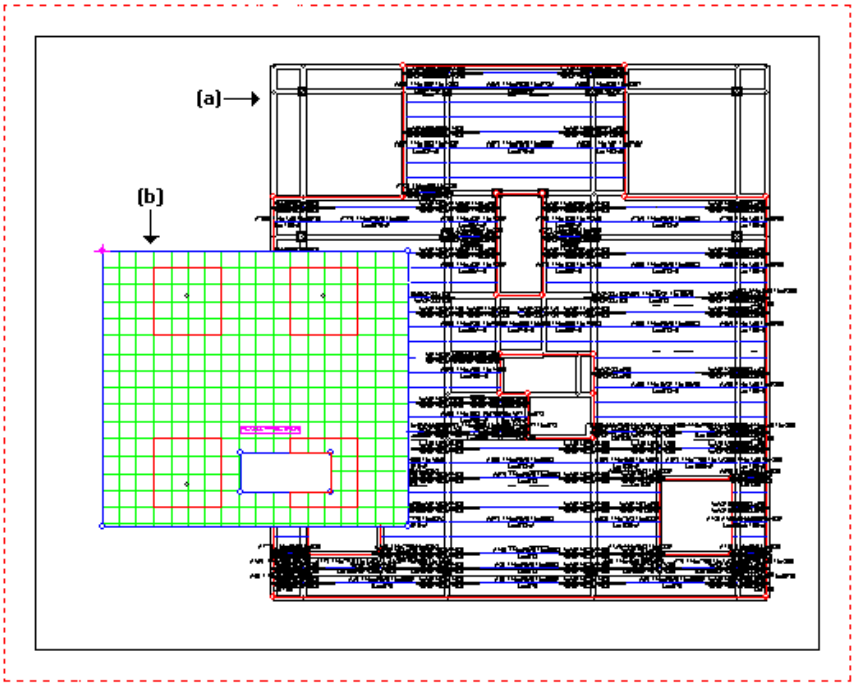
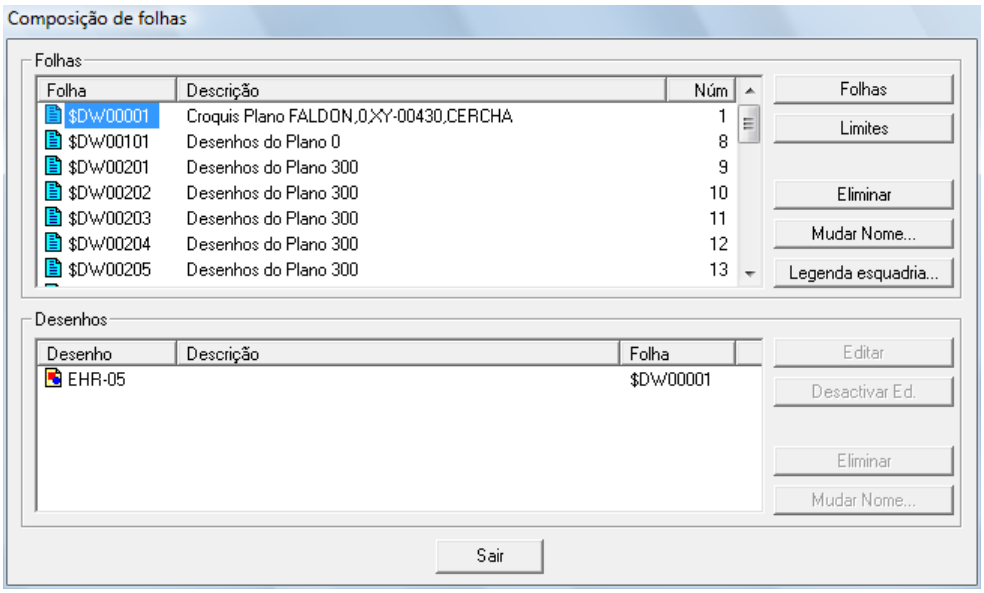



Figura 53: Função ...>Colocar 2º Plano..

## As esquadrias nas folhas de composição

A esquadria e cada uma das legendas que se introduzem em uma folha de composição armazenam-se como se fossem mais um desenho na folha. O nome destes desenhos é definido automaticamente pelo programa, e na descrição surge uma indicação a diferenciar as esquadrias das legendas. Assim podemos utilizar as funções do menu **Resultados>Composição** como **Mover**, **Eliminar**, **Editar**, ... também aplicadas às legendas.

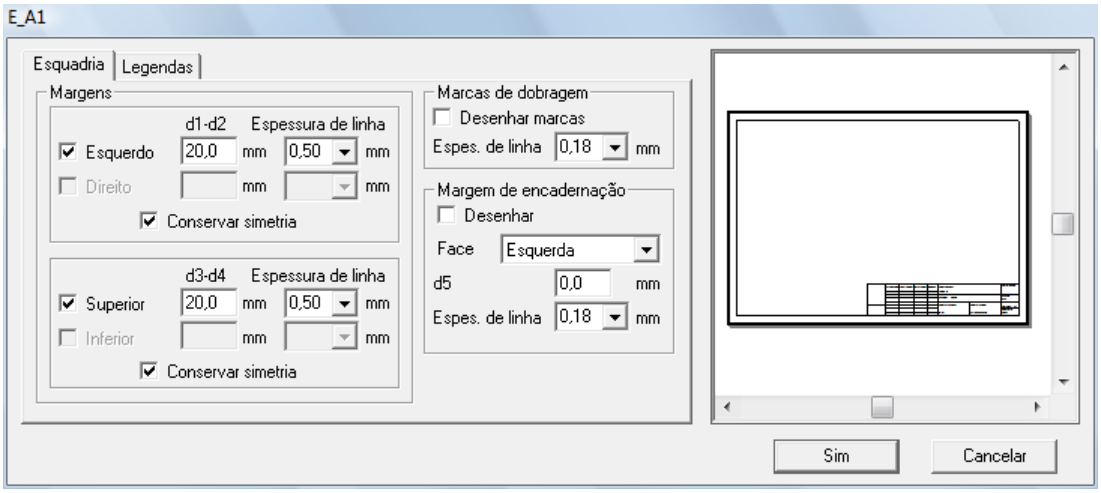



Na caixa de diálogo da função **Composição>Ver composição...** existe o botão **Legendas e esquadria**. Quando se pressiona este botão aparece uma caixa, semelhante à caixa de definição de opções para uma configuração de esquadria e legendas, com a esquadria e as legendas que a folha possui. Porém existe ainda um botão **Importar configuração...**, que permite seleccionar outra configuração de esquadria e legendas que substitua a actual. Ao sair desta função o programa pergunta ao utilizador se pretende armazenar a nova configuração de esquadria e legendas do plano seleccionado como nova configuração na base de dados geral de esquadria e legendas.

As funções **Mover Desenho**, **Mudar Escala**, **Eliminar** e **Colocar 1ºplano>2ºplano** são aplicáveis a legendas. Por defeito a escala gráfica das legendas é de 1:1.

## "Layers" em legendas

Consideram-se as layers nos desenhos que contém legendas, podendo-se utilizar a função **...>Composição>Layers...**. Caso se edite uma legenda de um plano de composição com Tricalc.Cad pode-se modificar o seu conteúdo. O programa adiciona aos layers existentes no desenho DWG uma nova layer denominada **VARIAVEIS_LEGENDA** que contém os textos que se representam em função das propriedades atribuídas.




A composição automática tem em conta as dimensões e posição das legendas dos desenhos para evitar intersecções entre elas e os desenhos inseridos. Também se tem em conta as dimensões e posição da esquadria para situar todos os desenhos no seu interior.

## Edição de legendas

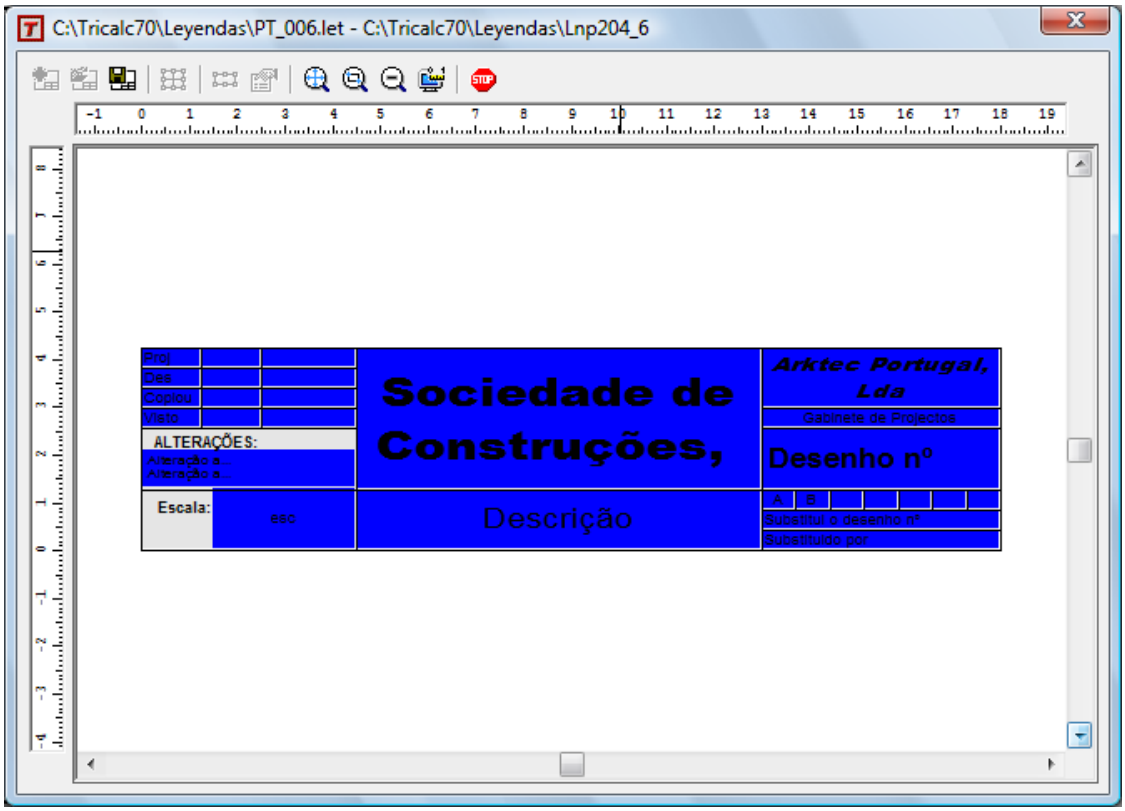
Pressionando o botão **Legendas...** da caixa de **Resultados>Composição>Legendas e esquadria** acede-se à caixa de edição e modificação de legendas. A informação relativa à representação das legendas armazena-se em ficheiros de nome igual ao da configuração e de extensão **.let.**

Ao lado da janela do desenho aparecem 2 réguas graduadas em centímetros, uma horizontal e outra vertical, em unidades reais de papel.

Uma barra de ícones inclui as funções disponíveis:

| | |
|---|---|
| **Nova...** | Permite a importação de novas legendas desde ficheiros em formato DWG, DXF ou DBU (formato próprio de **Arktecad**). |
| **Abrir...** | Recupera uma legenda já definida. |
| **Guardar** | Armazena em disco a legenda actualmente em edição. |
| **Mudar dimensões da legenda** | Permite escalar de forma gráfica a legenda no ecrã. Pressionando simultaneamente a tecla [Shift] conserva-se a proporção da legenda, sem distorções. As dimensões iniciais atribuídas à legenda são as do desenho. |
| **Mudar dimensões ou posição de campo** | Permite alterar o tamanho e a posição dos rectângulos e poli-linhas fechadas do desenho, que podem conter campos de textos. |
| **Propriedades** | Seleccionam-se os rectângulos ou poli-linhas e fixam-se as propriedades do que se representará nesse rectângulo, a partir da lista de propriedades disponíveis. |

Também se incluem as seguintes funções de ajudas em janelas: **Autocentrado**, **Zoom com janela**, **Zoom 1/2**, **Escala Real** e **Cancelar**.




## Propriedades

Na função **Propriedades...** definem-se distintos textos ou variáveis para que se desenhem de forma automática nos campos das variáveis de legendas.

## Áreas de atribuição de propriedades

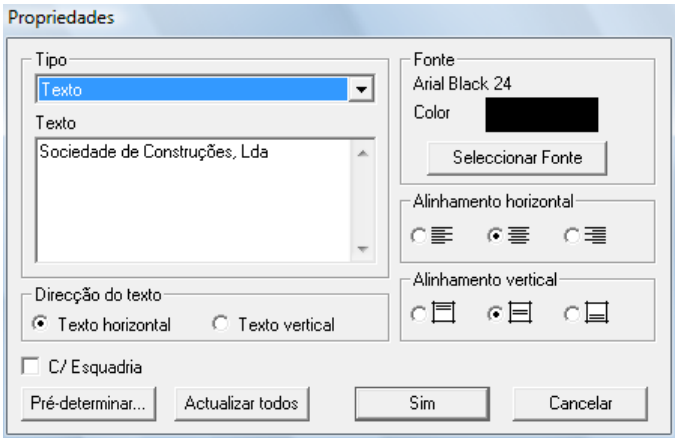
Somente é possível atribuir **propriedades** aos **rectângulos fechados** criados no ficheiro de desenho através de referências fechadas tipo poli-linha ou polígono. Não é possível desenhar textos nas zonas rectangulares criadas através da intersecção de linhas. Recomenda-se examinar alguma das legendas fornecidas com o programa para verificar a disposição dos rectângulos fechados.

## Opções

Na caixa de diálogo de definição de propriedades é possível definir as seguintes variáveis:

**Tipo** Neste grupo definem-se as distintas variáveis que podem incluir-se nos campos de texto. As variáveis que podem referir-se a distintos elementos, por exemplo os

| | |
|---|---|
| | materiais ou os recobrimentos, permitem definir uma segunda variável identificativa. |
| **Fonte** | Permite definir o tipo de fonte a utilizar nestes textos e a sua cor. |
| **Alinhamento horizontal** e **Alinhamento vertical** | |
| | Permite fixar a situação horizontal e vertical do texto relativamente às dimensões do rectângulo que o inclui. |
| **Direcção do texto** | Fixa as opções de texto, horizontal e vertical. |
| **Com esquadria** | Esta opção permite activar no desenho a linha que delimita cada campo de texto. |
| **Pré-determinar...** | Fixa os valores definidos como sendo os valores por defeito para todos os campos desta caixa de diálogo. |
| **Aplicar a todos** | Aplica as opções de fonte, alinhamento e orientação do texto e esquadria a todos os elementos da legenda já definidos. |




No grupo **Tipo** permite-se definir os seguintes campos variáveis:

- **Texto**, permite definir um texto fixo introduzido pelo utilizador.
- **Número do desenho da composição**, representa o número correlativo atribuído automaticamente ao desenho ao utilizar a função de composição automática de desenhos. Caso se eliminem desenhos já criados, a opção **Renumerar sempre os desenhos** da caixa **...Resultados>Composição Folhas>Opções...**, permite definir que o número atribuído a cada desenho da composição se renumere ou não de cada vez que se elimina um desenho.

  O utilizador pode modificar a variável **número de desenho** das folhas de composição utilizando a função **Mudar nome** da caixa de diálogo de composição de desenhos.

  Quando a opção **Renumerar sempre os desenhos** da caixa de opções de composição esteja activada não se poderá mudar o número dos desenhos.

  O número do desenho é automaticamente atribuído pelo programa ao criar uma nova folha de composição e será utilizado o número imediatamente superior ao número mais alto anteriormente atribuído, não aproveitando falhas existentes na numeração anterior. Na caixa **Resultados> Opções>Composição Folhas** aparece uma opção com o texto **Renumerar sempre os desenhos** que fará com que cada vez que desapareça um desenho da folha de composição se renumere os desenhos. Nas caixas das funções **Resultados>Composição Folhas>Ver composição** e **Resultados>Composição folhas>Compor** aparece uma coluna contendo o número do desenho. Os controlos da lista das caixas das funções **Resultados>Composição Folhas>Ver composição** e

**Resultados>Composição Folhas> Compor** ordena-se alfabeticamente quando se pressione no cabeçalho de controlo do número do desenho.

- **Descrição da folha de composição**, desenha os textos introduzidos como descrição do plano. Podem modificar-se com o botão **Mudar nome** existente na caixa de desenhos da composição.
- **Tipo de betão**, é necessário definir um segundo dado relativo ao tipo de elemento.
- **Tipo de aço para armar**, é necessário definir um segundo dado relativo ao tipo de elemento.
- **Recobrimento**, é necessário definir um segundo dado relativo ao tipo de elemento.
- **Escala dos desenhos**, inclui a escala gráfica dos desenhos incluídos na folha. Quando a escala dos desenhos contidos em uma folha é diferente, então representam-se todas as escalas uma atrás da outra.
- **Projecto**, **Estrutura**, **Autor**, **Organização** e **Comentários**, representam os textos de igual nome incluídos nos campos do separador **Resumo** da função **Propriedades...**.
- **Pórtico e Plano**, inclui o nome do pórtico ou do plano cujos resultados são exibidos na folha. Quando existem vários pórticos no mesmo plano, então aparecem os caracteres "??" devendo o utilizador decidir a acção a tomar.
- **Unidades de cotas em armaduras,** representa o texto "metros" ou "centímetros" consoante esteja definido na opção da caixa de diálogo **Resultados>Armadura>Opções...**.
- Tipo de aço laminado, Res. car. à compressão do betão, Res. car. a tracção do aço para armar, Nível de controlo do betão, Nível de controlo do aço para armar, Limite elástico do aço laminado, Coef. de minoração do aço laminado, é necessário definir um segundo dado relativo ao tipo de elemento que se refere.
- **Data da última modificação,** guarda-se em cada desenho a última data em que se utilizaram as funções do menu **Resultados>Composição Folhas** para modificar o desenho, ou então quando se percam os desenhos existentes ao realizar-se um novo cálculo. Não se altera a data quando o desenho se modifica como consequência de executar qualquer outra função do programa.
- **Tamanho máximo do inerte**, aplicável a barras, lajes fungiformes, maciças e paredes resistentes.

Para as variáveis que podem afectar os diferentes elementos da estrutura existe uma segunda lista de opções que permite definir os elementos aos quais se aplicam. Estas novas variáveis são:

- **Genérico**, permite que o programa imprima os materiais utilizados, de forma automática caso existam elementos do mesmo tipo ou elementos de diferente tipo porém com os mesmos materiais. Caso existam diferentes elementos e os materiais são diferentes, então imprimem-se os caracteres "??". Para determinar os materiais dos elementos incluídos em uma folha o programa verifica o valor do recobrimento definido para o cálculo das barras, sapatas, lajes aligeiradas, fungiformes, maciças e paredes resistentes, ainda que na folha da parede não existam algum desses elementos.

Barras

Sapatas e lintéis

Lajes fungiformes aligeiradas

Lajes maciças

Lajes de fundação

Muros de cave-contenção

Paredes resistentes

Maciços e estacas

Para a variável **Recobrimento** que pode afectar diferentes elementos da estrutura existe uma segunda lista de opções que permitem definir os elementos aos que se aplica. Estas novas variáveis são:

- **Genérico**, permite que o programa imprima o recobrimento de forma automática se existem elementos do mesmo tipo ou elementos de distinto tipo porém com o mesmo valor de recobrimento. Caso existam distintos elementos, e o valor dos recobrimentos é diferente então imprimem-se os caracteres "??". Para determinar o recobrimento dos elementos incluídos em um desenho, o programa verifica o valor de recobrimento definido para o cálculo das barras, sapatas, lajes aligeiradas, fungiformes aligeiradas, lajes maciças e paredes resistentes, ainda que nos desenhos do plano não existam algum desses elementos.

  Vigas

  Pilares

  Sapatas

  Vigas sapata

  Lajes aligeiradas

  Lajes fungiformes

  Lajes maciças

  Lajes de fundação

  Muros de cave-contenção

  Sapatas de muros de cave-contenção

  Paredes resistentes

  Sapatas de paredes resistentes

  Estacas

  Inferior de maciços

  Laterais e superior de maciços

## Indeterminações de variáveis

Pode suceder que algumas das variáveis das legendas fiquem indeterminadas e nesse caso desenham-se como texto os caracteres **"??".** Por exemplo, pode suceder com a variável **Recobrimento genérico** quando nem todos os elementos estruturais que existem na folha de composição têm o mesmo recobrimento, e o mesmo sucede com as variáveis relacionadas com os materiais.

Os recobrimentos de sapatas, lintéis, maciços, estacas e muros de cave podem ter atribuídas opções particulares, o que implica que em uma folha de composição podem existir sapatas, vigas sapata, ... que tenham diferentes recobrimentos. Quando esta situação sucede as variáveis **Recobrimento de sapatas**, **Recobrimento de lintéis**... terão valores indeterminados e aparecerá como texto impresso os caracteres "**??**".

Quando as legendas contêm as escalas dos desenhos, caso existam várias escalas em uma mesma folha, representam-se os textos das escalas de todos os desenhos da folha, um a seguir a outro e ordenados pelo seu valor, da maior escala para a menor, no formato: 1/10; 1/50; .....1/200

## Armazenamento de legendas para cada estrutura

Cada vez que se guarde ou se feche uma estrutura, o programa verifica se na estrutura se utilizam ficheiros de legenda situados fora da pasta da estrutura, e opcionalmente fará uma cópia desses

ficheiros para a pasta da estrutura. O programa utilizará o ficheiro copiado somente no caso de não encontrar o ficheiro original na pasta em que se definiu. Este critério de pesquisa é semelhante ao utilizado com os ficheiros de desenho inseridos nas folhas de composição.

## Nomes de ficheiros

Os ficheiros utilizados pela função **Legendas e esquadrias** são:

- **CAJETINES.CFG**

  Este ficheiro contém as diferentes configurações definidas e existentes na caixa **Resultados>Composição>Legendas e esquadrias**; o ficheiro é único e armazena-se na **Pasta do programa**.

- **CONFIGURACION1.LET**

  Inclui a informação relativa a cada uma das legendas, em particular a atribuição das propriedades de textos e variáveis, e o nome do ficheiro de desenho associado a cada legenda. O desenho associado está sempre no formato DBU, ainda que proceda originalmente da importação de um ficheiro em formato DWG ou DXF.

- **DIBUJO.DTX, DIBUJO.DBU, DIBUJO.DBC** e **DIBUJO.DBD**

  Incluem informação gráfica do desenho da legenda: linhas, círculos, no formato próprio DBU, que se cria a partir do desenho importado no formato DWG ou DXF.

## Modificação das legendas já introduzidas em composições

Em função do tipo de modificação de que se trate, quer seja generalizada ao desenho de uma legenda utilizada em várias folhas de composição, ou só aplicável a um desenho, existem duas opções.

### Modificação no desenho das legendas

Caso seja necessário realizar alterações em uma legenda que afecte todas as legendas do mesmo tipo incluídas nas folhas de composição, utilizar-se-ão as funções de modificação de legendas, da função **Resultados>Composição Folhas>Legendas e esquadrias...**.

### Modificação particular para um determinado desenho

Quando se pretendem realizar alterações numa legenda introduzida numa folha de composição, para que as alterações só afectem a legenda desse plano utiliza-se a função **Resultados>Composição Folhas>Modificar Legenda**, que permite modificar as propriedades dos campos da legenda introduzida na folha de composição.

O utilizador selecciona a variável ou campo da legenda que pretende modificar, e, utilizando a caixa de diálogo de **Propriedades** da legenda introduz as modificações. Nesse momento o programa realiza uma cópia do ficheiro da legenda e do ficheiro em formato DBU associado, para a pasta da estrutura. Nesta cópia realizam-se as modificações necessárias **com independência relativamente às propriedades da legenda origina**l. Caso se eliminem os ficheiros copiados para a pasta da estrutura, o programa

procura e desenha os ficheiros originais (não se incluem no programa funções para eliminar estes ficheiros, que só poderão eliminar-se desde o sistema operativo).

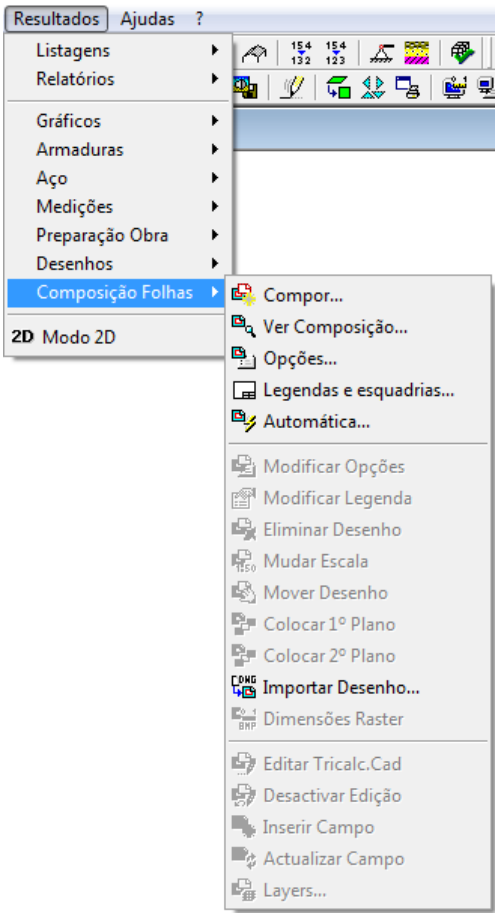
Uma vez modificada, desta forma, uma legenda, esta fica desvinculada do ficheiro de extensão **let** original, sendo necessário, para regressar à situação inicial, eliminar a legenda da folha de composição e introduzi-la novamente.

A modificação da legenda produzirá efeitos somente no desenho seleccionado, e não terá efeito em outros desenhos desta ou de outra estrutura e que estejam associadas ao mesmo ficheiro da legenda original.

Caso o utilizador seleccione a opção **Legendas e esquadrias...**, a que se acede desde a caixa de **Resultados>Composição Folhas>Ver composição...**, e pressione o botão **Aceitar** perdem-se todas as modificações particulares de todas as legendas da composição seleccionada. Nestes casos quando se pressiona o botão **Aceitar**, o programa exibe a seguinte mensagem de advertência:

"**Existem legendas anteriormente modificadas nesta composição. Caso continue perderá as modificações efectuadas, regressando à legenda original**".

## Composição de ficheiros DWG/DXF, DBU ou Raster



Neste submenu, encontram-se as funções que permitem incluir nas composições os desenhos em formatos DWG, DXF, DBU ou **raster** BMP criados com outros programas, assim como modificar as suas opções de representação.

- **Resultados>Composição Folhas>Importar Desenho...**

  Esta função permite incluir um desenho de qualquer dos formatos mencionados, dentro de uma composição. Para tal, na caixa de diálogo **ABRIR FICHEIRO DE DESENHO,** selecciona-se o ficheiro a incluir.

- **Dimensões Raster**

  Com esta função pode-se definir a dimensão de um ficheiro de desenho em formato **raster** incluído em uma composição. Para tal, seleccionam-se graficamente dois pontos do desenho e indica-se a distância real entre ambos, em cm.

- **Layers...**

  Com esta função podem-se seleccionar os layers (camadas) de um ficheiro de desenho em formato DWG, DXF ou DBU que se vão representar. Só se representarão os layers **activos** (veja o capítulo 1 para mais informação acerca da caixa de diálogo **LAYERS**).

A importação de desenhos para a folha que contém a composição possui uma excelente ferramenta de pré-visualização que permite ao utilizador percorrer todos os ficheiros que possuem pormenores construtivos de uma forma muito simples e eficaz. Basta ir clicando em cima do nome de cada ficheiro para poder ver o seu conteúdo, realizar zoom e deslocar o desenho.

# Capítulo 11

# Fundações

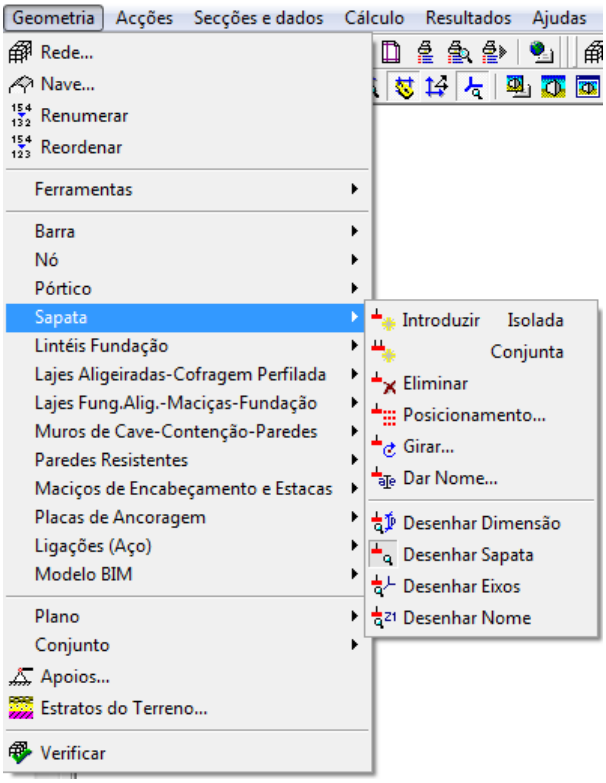
**INTRODUÇÃO**

- Neste capítulo explica-se como realizar a introdução de sapatas e lintéis, o seu cálculo e a obtenção de resultados, com o módulo Tricalc.4.

**OBJECTIVOS**

- O utilizador será capaz de definir a geometria da fundação de sapatas, lintéis de fundação e definir as diversas opções de cálculo que são permitidas. Por último, poderá solicitar e modificar os resultados gráficos e numéricos que o programa proporciona.

## O submenu *Geometria>Sapata*




Dentro deste submenu encontram-se todas as funções que permitem definir a geometria da fundação da estrutura através de sapatas e lintéis de fundação.

Caso tenha realizado previamente o cálculo de esforços com Tricalc.1, o módulo Tricalc.4 adopta automaticamente os esforços da fundação.

Também é possível introduzir manualmente as acções sobre os nós da fundação, introduzindo-as como acções em nós (capítulo 4).

| Função | Descrição |
|---|---|
| **Introduzir Isolada** | Esta função permite introduzir uma sapata isolada no nó que se seleccione. O nó deve ter atribuída uma condição de apoio exterior distinta de **LIVRE**, ou seja, deve de ser um encastramento, um apoio vertical, ou um apoio articulado. Também é possível atribuir a uma sapata um apoio elástico (o programa introduzirá acções pontuais em nós para modelar a respectiva mola). |

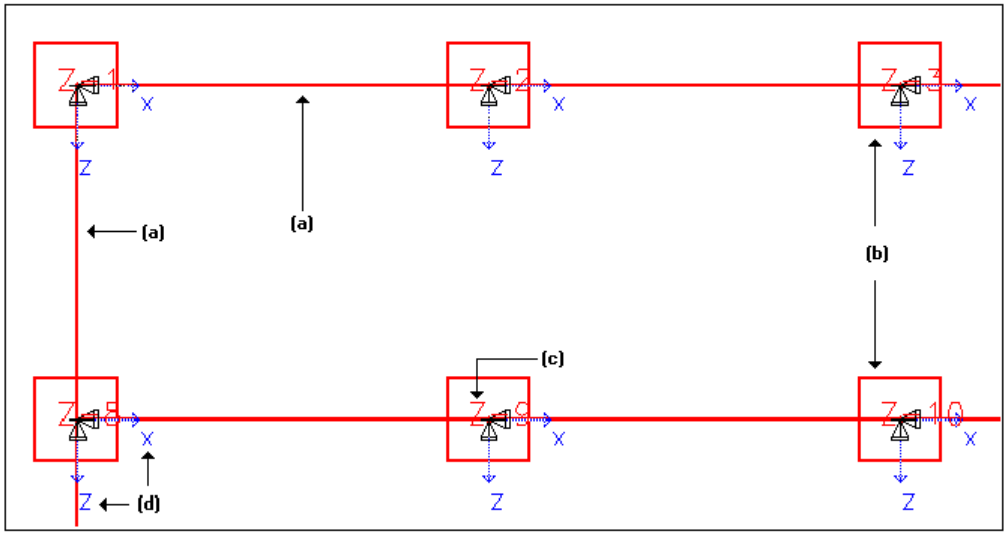



Figura 54: Cota da fundação.(a)lintel fundação, (b)sapatas, (c)nome da sapata, (d)eixos da sapata.

Ao introduzir as sapatas, o programa desenha um símbolo vermelho sobre o nó seleccionado. O posicionamento atribuído à sapata é por defeito, o que tiver a barra que concorre no nó. Esta simbologia vermelha nada tem a ver com as dimensões da sapata, pois estas só são determinadas durante a fase de cálculo.

**Introduzir Conjunta** Esta função é similar à anterior. Cria uma sapata conjunta **entre dois nós com apoios**. Para a sua introdução, devem-se seleccionar os dois nós sobre os quais se define a sapata.

**Eliminar** Com esta função, eliminam-se as sapatas que tenham sido previamente introduzidas com as funções anteriores. Desta forma, elimina-se a sapata mas conserva-se o nó e a respectiva condição de apoio.

Se eliminar alguma sapata, uma vez calculada a fundação, perdem-se somente os resultados do cálculo de fundações, mantendo-se o resultado do cálculo de esforços.

**Posicionamento...** Esta função permite modificar a colocação da sapata em relação aos eixos da estrutura. Apresenta uma caixa de diálogo análoga à da função **Geometria>Barra>Posicionamento...**. Activando as várias opções de selecção nesta caixa, pode-se fixar o posicionamento da sapata em relação ao seu eixo, à face (para sapatas excêntricas) ou de canto (para sapatas de canto). Por defeito, o eixo X e o eixo Z da sapata são paralelos aos eixos gerais $X_G$ e $Z_G$.

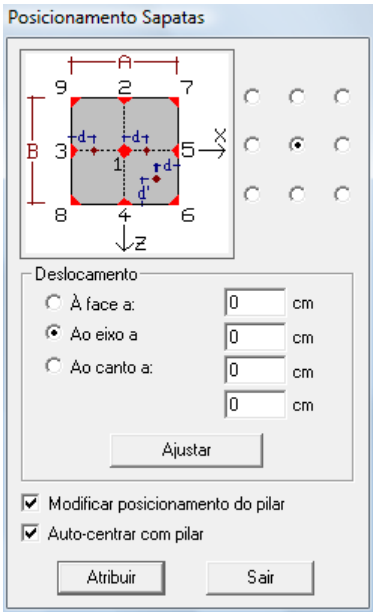
Quando se introduz a sapata, o programa toma o posicionamento que se tiver fixado para o pilar, mas é possível mudar essa relação definindo posicionamentos distintos para o pilar e para a sapata.

Se activar a opção **Modificar posicionamento do pilar,** o posicionamento de todos os pilares situados na vertical da sapata serão modificados simultaneamente em função do posicionamento da sapata.

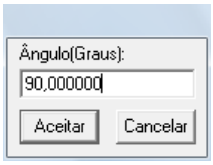
A opção **Auto-centrar com pilar** permite que as sapatas se centrem com o eixo da secção do pilar.

Ao pressionar o botão **Sim** desta caixa de diálogo, selecciona-se a sapata cujo posicionamento se pretende alterar. Tal como nos posicionamentos de barras, ao

pressionar o botão direito do rato modifica-se o posicionamento, entre todos os possíveis. Quando este estiver correcto pressiona-se o botão esquerdo do rato.




**Girar...** Esta função mostra uma caixa de diálogo onde se pode definir um ângulo de rotação da sapata em relação à sua colocação original. Esta operação equivale a estabelecer uma rotação entre o sistema de eixos locais e principais da sapata. Se girar uma sapata numa fundação já calculada, perde-se o cálculo da fundação.




**Dar Nome...** Esta função permite atribuir um nome a uma sapata, até quatro caracteres alfanuméricos. Se não existir nenhum nome atribuído, o programa utiliza como nome o número do respectivo nó da sapata.

**Desenhar Dimensão** Esta função activa ou desactiva a representação no ecrã das dimensões de cada sapata (comprimento x largura x altura), quando está calculada a fundação.

**Desenhar Sapata** Esta função activa ou desactiva a representação no ecrã das sapatas, seja um rectângulo vermelho para as sapatas que não estão calculadas ou a representação em três dimensões (em cinzento e à escala) para as sapatas que já estão calculadas (Figura 55).

**Desenhar Eixos** Esta função activa ou desactiva a representação dos eixos locais e principais das sapatas.

**Desenhar Nome** Esta função activa ou desactiva a representação do nome atribuído a cada sapata.

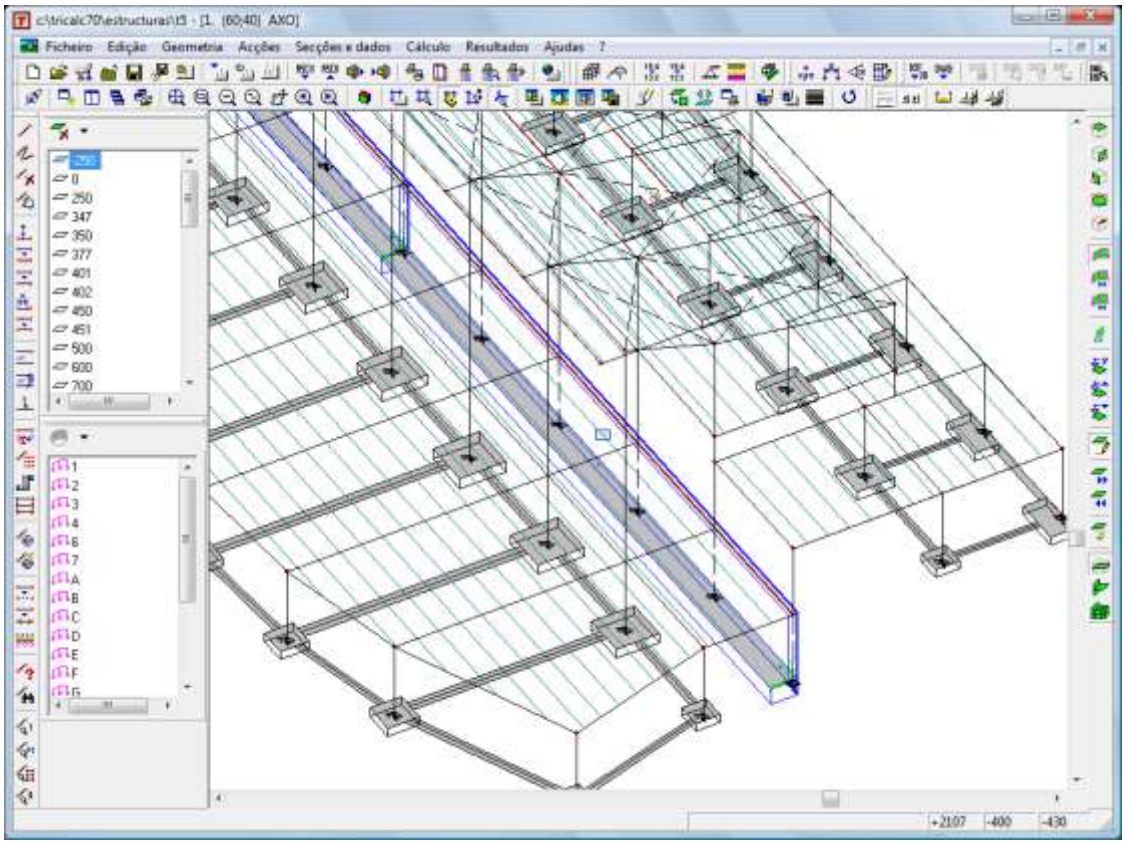
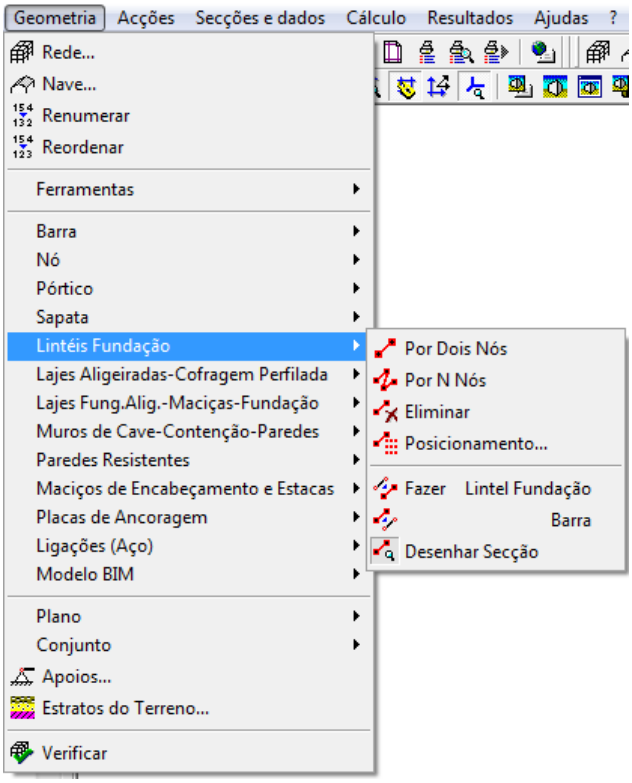



Figura 55: Representação das sapatas calculadas.

# O submenu *Geometria>Lintéis Fundação*




Dentro deste submenu encontram-se as funções que permitem definir os lintéis de fundação entre duas sapatas, ou entre uma sapata e um muro de cave. Para introduzir os lintéis de fundação é preciso ter introduzido previamente as sapatas ou os muros.

Ao introduzir lintéis de fundação perde-se o cálculo de esforços.

Para os lintéis de fundação não é necessário efectuar o seu pré-dimensionamento. Ao calcular a fundação, o programa realiza um dimensionamento automático dos lintéis fundação, de acordo com os critérios de **Largura mínima** e **Incremento** fixados na caixa de diálogo **OPÇÕES DE COMPROVAÇÃO** no menu **Cálculo>Fundações>Opções.**

Também é possível atribuir a cada lintel de fundação uma secção rectangular de betão entre as definidas na base de secções/perfis. Se não é possível armar com essa secção, o programa incrementa-a de acordo com a opção **Incremento.**

| Função | Descrição |
|---|---|
| **Por Dois Nós** | Esta função permite introduzir um lintel de fundação entre dois nós. O seu funcionamento é o mesmo que o da função **Geometria>Barra>Por Dois Nós,** sendo necessário seleccionar graficamente os dois nós. Os nós têm de ter previamente definida uma sapata, ou devem estar contidos na sapata de um muro de cave. |
| **Por N Nós** | Permite introduzir vários lintéis de fundação, de modo a que o nó final de cada um é o nó inicial do seguinte. |
| **Eliminar** | Esta função permite eliminar um lintel de fundação. |

A utilização das funções anteriores deve-se realizar antes do cálculo, já que, se utilizadas depois, perder-se-á o cálculo de esforços.

**Posicionamento** Esta função tem o mesmo funcionamento que **Geometria>Barras >Posicionamento...** Indica a posição da secção do lintel em relação ao eixo vertical da secção.

O posicionamento dos lintéis de fundação deverá modificar-se com o mesmo critério dado às sapatas, para se obterem as plantas de fundação correctas (Figura 56 y Figura 57). A utilização desta função uma vez calculada a fundação não implica perder nem o cálculo de esforços nem o cálculo das fundações.

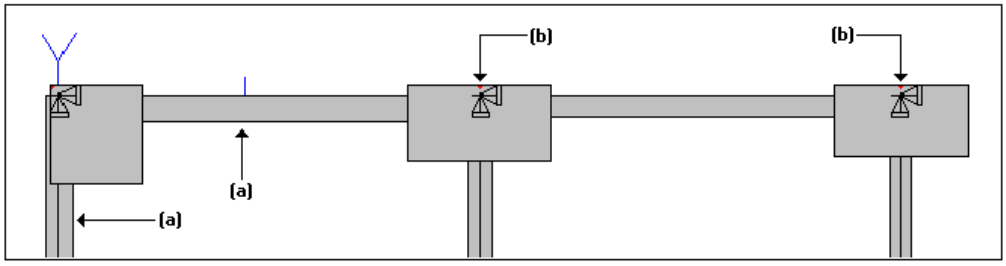



Figura 56: Lintéis de fundação.(a)Posicionamento centrado, (b)Sapatas com posicionamento à face.

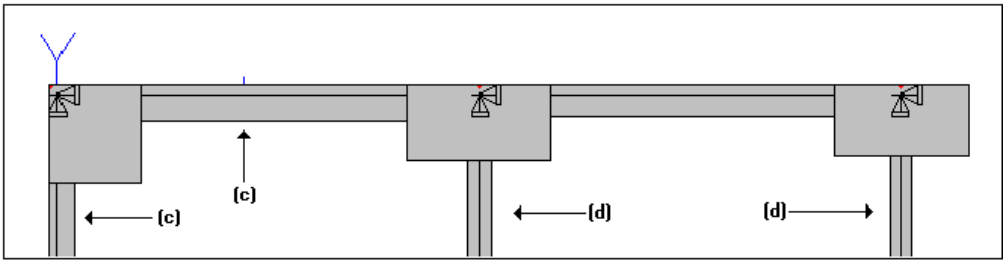



Figura 57: Lintéis de fundação. (c)Posicionamento à face, (d)posicionamento a eixos.

**Fazer Lintéis de Fundação e Fazer Barra**

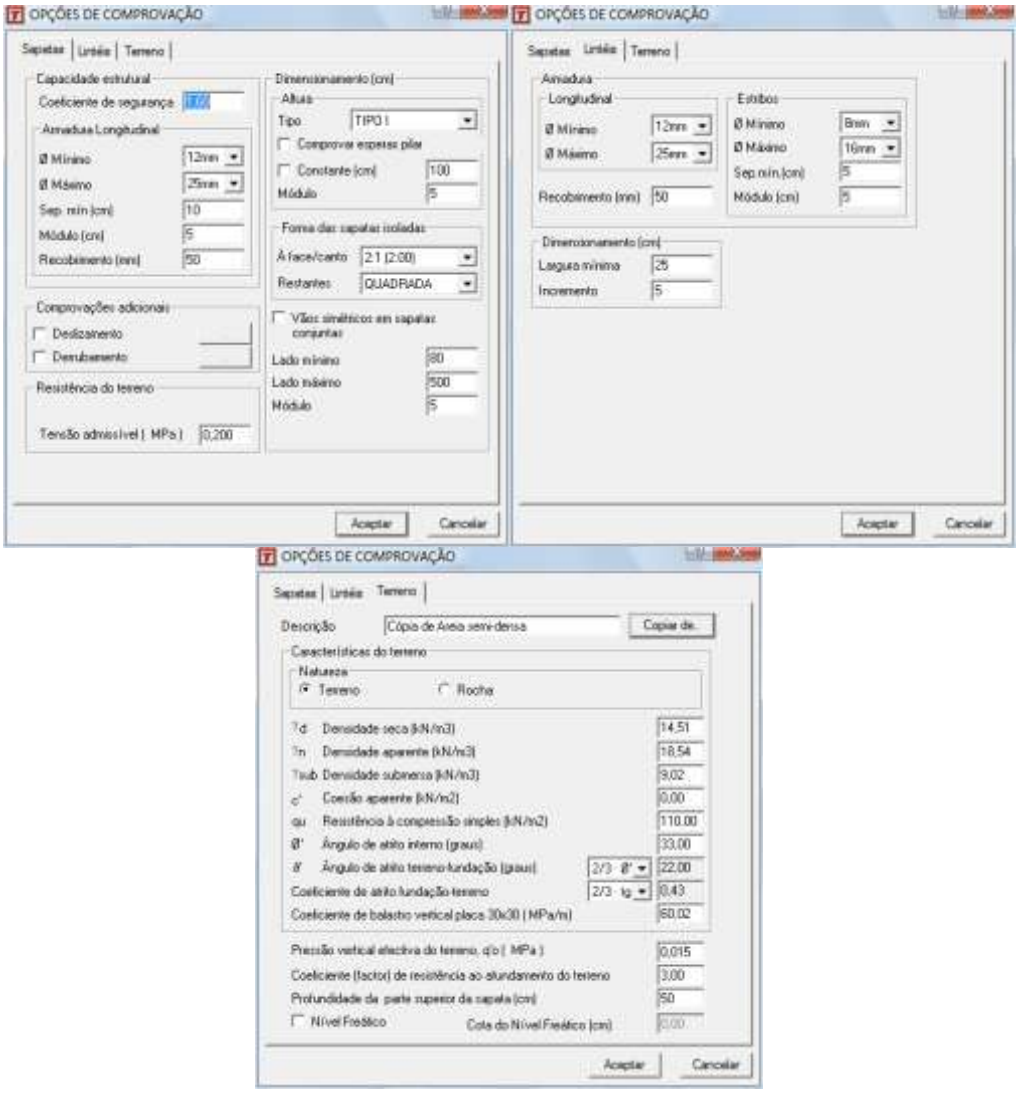
Estas funções convertem barras da estrutura em lintéis de fundação e vice-versa.

**Desenhar Secção** Esta função activa ou desactiva a representação da largura dos lintéis de fundação em verdadeira grandeza.

# Opções de cálculo da fundação

■ **Cálculo>Fundações>Opções>Gerais...**

Esta função apresenta uma caixa de diálogo onde se definem as opções gerais para o cálculo das sapatas e dos lintéis de fundação. Para uma explicação mais detalhada pode consultar o manual de instruções do programa.



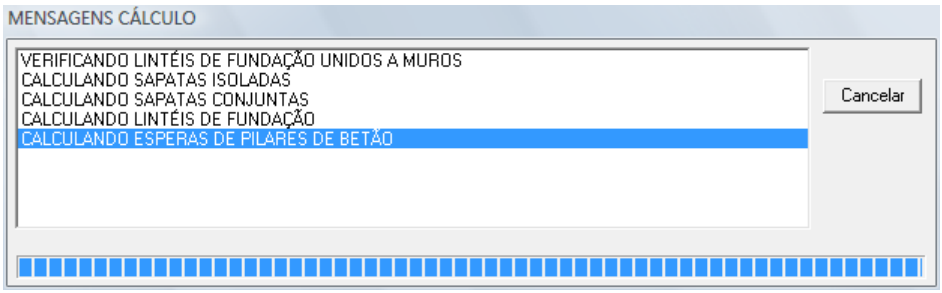

■ **...>Sapatas: Atribuir..., ...>Lintéis Fundação: Atribuir...**

Estas funções permitem atribuir opções particulares de cálculo para uma sapata ou para um lintel de fundação, ou para um conjunto destes. No ecrã aparece a caixa de diálogo **OPÇÕES DE COMPROVAÇÃO**, onde se definem as opções pretendidas. Ao pressionar o botão **Sim,** deve em seguida seleccionar de forma gráfica as sapatas ou os lintéis de fundação que irão ter essas opções.

- **...>Sapatas: Eliminar, ...> Lintéis Fundação: Eliminar**
  Estas funções permitem eliminar as opções particulares de cálculo de fundações definidas com as funções **...>Sapatas: Atribuir...** e **...>Lintéis Fundação: Atribuir....**
- **...>Sapatas: Ver, ...> Lintéis Fundação: Ver**
  Estas funções permitem comprovar/visualizar as opções particulares de cálculo atribuídas às sapatas ou aos lintéis de fundação.
- **Cálculo>Fundações>Materiais...**
  Esta função apresenta uma caixa de diálogo onde se fixa o tipo de betão e o tipo aço a utilizar no cálculo das sapatas e dos lintéis de fundação. Também permite definir os coeficientes de segurança a adoptar para estes materiais. Estas opções de materiais são independentes das opções de materiais da estrutura.

# Cálculo da fundação

- **Cálculo>Fundações>Calcular**
  Esta função realiza o cálculo da fundação da estrutura. Ao executá-la, aparece uma caixa de diálogo com as mensagens que correspondem ao processo em curso. O cálculo da fundação pode ser cancelado pressionando no botão **Cancelar**.




TricalC.4 analisa cada conjunto sapata-lintel-sapata de forma independente. Se no entanto alguma das sapatas ou lintéis de fundação não se poderem calcular com as opções fixadas, os restantes elementos da fundação poderão ser calculados, podendo assim obter-se resultados parciais (armaduras) das sapatas e dos lintéis calculados.

Antes de calcular a fundação, as sapatas e os lintéis de fundação aparecem representados no ecrã com uma simbologia de cor vermelha (este símbolo é independente da forma da sapata). Depois de calculada a fundação, estes símbolos são substituídos por uma representação correcta tridimensional a cinzento das dimensões da sapata. Supondo que existiria alguma sapata ou lintel de fundação que não se pudesse calcular, o programa representaria esse elemento como na forma inicial ou seja com o símbolo vermelho.

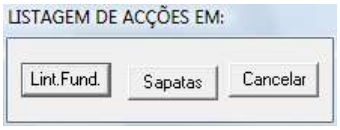
Este seria, por exemplo, o caso de uma sapata excêntrica na qual não concorre nenhum lintel de fundação e que, portanto, as suas dimensões superem o lado máximo fixado na caixa de diálogo **OPÇÕES DE COMPROVAÇÃO.**

# Listagem de acções: *...>Acções Fundações*

Esta função gera uma listagem com os dados das acções introduzidas nos nós das sapatas ou nos lintéis de fundação sendo bastante semelhante à função **...>Listagens>Acções** (capítulo 8).

É importante sublinhar que os dados que se fornecem nesta listagem, são os referentes às acções aplicadas directamente sobre a fundação, não às reacções da estrutura sobre ela. Nesta listagem aparecem, por exemplo, as acções pontuais introduzidas nos nós da fundação.

Ao executar a função, uma caixa de diálogo oferece os dois tipos de listagem disponíveis: **Lint. Fund.** e **Sapatas.**



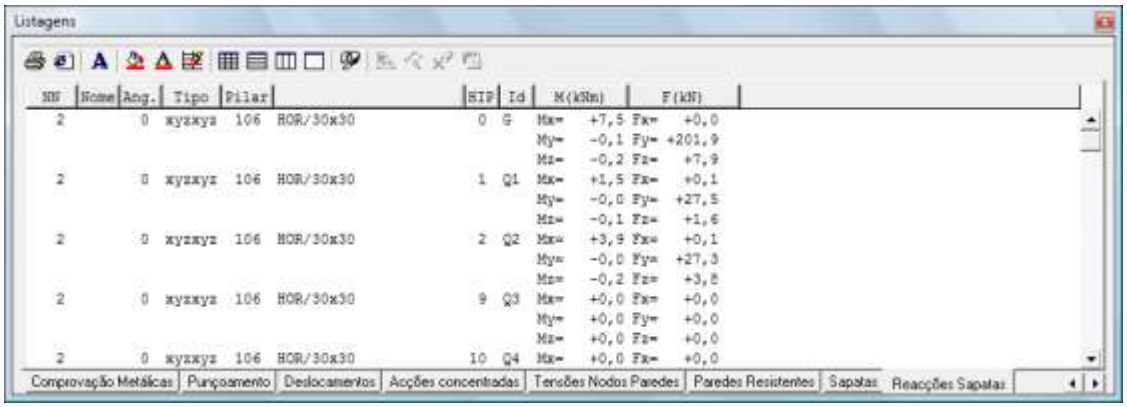
LISTAGEM DE ACÇÕES NA FUNDAÇÃO

PROJECTO : (MUSEU )
ESTRUTURA: (PRINCIPAL )

| NÓ | ACÇÃO | | Direcção | HIP |
|---|---|---|---|---|
| 1 | P(kN) | 37.690 | (+0.00,-1.00,+0.00) | 0 |
| 1 | P(kN) | 37.690 | (+0.00,-1.00,+0.00) | 2 |
| 1 | P(kN) | 0.227 | (+0.00,-1.00,+0.00) | 3 |
| 2 | P(kN) | 35.690 | (+0.00,-1.00,+0.00) | 0 |
| 2 | P(kN) | 21.630 | (+0.00,-1.00,+0.00) | 1 |
| 2 | P(kN) | 0.300 | (+0.00,-1.00,+0.00) | 3 |
| 3 | P(kN) | 35.690 | (+0.00,-1.00,+0.00) | 0 |
| 3 | P(kN) | 21.630 | (+0.00,-1.00,+0.00) | 1 |
| 3 | P(kN) | 0.300 | (+0.00,-1.00,+0.00) | 3 |
| 4 | P(kN) | 0.300 | (+0.00,-1.00,+0.00) | 3 |
| 4 | P(Kn) | 25.550 | (+0.00,-1.00,+0.00) | 0 |
| 4 | P(kN) | 12.530 | (+0.00,-1.00,+0.00) | 1 |
| 4 | P(kN) | 0.521 | (+0.00,-1.00,+0.00) | 4 |
| 5 | P(kN) | 36.920 | (+0.00,-1.00,+0.00) | 0 |
| 5 | P(kN) | 21.330 | (+0.00,-1.00,+0.00) | 2 |
| 5 | P(kN) | 0.521 | (+0.00,-1.00,+0.00) | 4 |
| 5 | P(kN) | 12.530 | (+0.00,-1.00,+0.00) | 1 |

## Listagem de reacções: *...>Reacções Sapatas*

Esta função gera uma listagem com os esforços que a estrutura exerce sobre cada sapata, majorados ou não, equivalente à listagem de reacções. Na listagem, mostram-se as hipóteses de acções actuantes (de 0 a 24), assim como os valores referentes à envolvente máxima positiva e negativa (**M+** e **M-**).


Listagens
NN | Nome | Ang. | Tipo | Pilar | HIP | Id | M(kNm) | F(kN)
2 0 xyzxyz 106 HOR/30x30 0 G Mx= +7,5 Fx= +0,0
My= -0,1 Fy= +201,9
Mz= -0,2 Fz= +7,9
2 0 xyzxyz 106 HOR/30x30 1 Q1 Mx= +1,5 Fx= +0,1
My= -0,0 Fy= +27,5
Mz= -0,1 Fz= +1,6
2 0 xyzxyz 106 HOR/30x30 2 Q2 Mx= +3,9 Fx= +0,1
My= -0,0 Fy= +27,3
Mz= -0,2 Fz= +3,8
2 0 xyzxyz 106 HOR/30x30 9 Q3 Mx= +0,0 Fx= +0,0
My= +0,0 Fy= +0,0
Mz= +0,0 Fz= +0,0
2 0 xyzxyz 106 HOR/30x30 10 Q4 Mx= +0,0 Fx= +0,0
Comprovação Metálicas
Punçoamento
Deslocamentos
Acções concentradas
Tensões Nodos Paredes
Paredes Resistentes
Sapatas
Reacções Sapatas

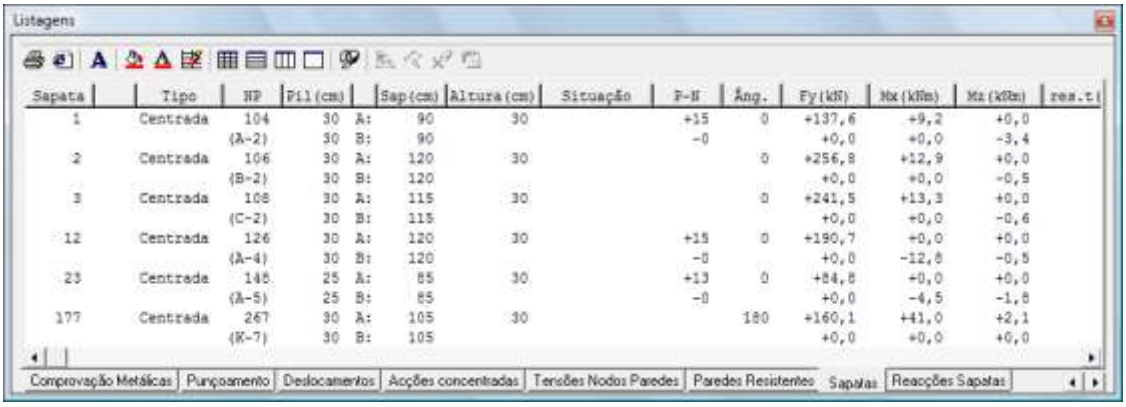
A informação desta listagem é a seguinte:

| | |
|---|---|
| **NN** | Número do nó da fundação. |
| **Nome** | Nome atribuído à sapata. |
| **Âng. (graus)** | Ângulo de rotação da sapata. |
| **Tipo** | Indica as restrições ao deslocamento e à rotação do nó, com o mesmo critério exposto no capítulo 7. |
| **Pilar** | É o número, o nome, a série e a secção do pilar da sapata. |
| **Hip** | A hipótese em que a acção foi introduzida. |

| | |
|---|---|
| **Fx, Fy e Fz** | O esforço axial e os transversos segundo os eixos gerais (em T ou kN). |
| **Mx, My e Mz** | Os momentos no nó, segundo os eixos gerais (em mT ou kNm). |

## Listagem de sapatas: *...>Listagens>Sapatas*

Esta função gera uma listagem com as dimensões e a armaduras de cada sapata.


Listagens
Sapata | Tipo | NP | Pil(cm) | Sap(cm) | Altura(cm) | Situação | P-P | Ang. | Fy(kN) | Mx(kNm) | Mz(kNm) | res.t
1 Centrada 104 30 A: 90 30 +15 0 +137,6 +9,2 +0,0
(A-2) 30 B: 90 -0 +0,0 +0,0 -3,4
2 Centrada 106 30 A: 120 30 0 +256,8 +12,9 +0,0
(B-2) 30 B: 120 +0,0 +0,0 -0,5
3 Centrada 108 30 A: 115 30 0 +241,5 +13,3 +0,0
(C-2) 30 B: 115 +0,0 +0,0 -0,6
12 Centrada 126 30 A: 120 30 +15 0 +190,7 +0,0 +0,0
(A-4) 30 B: 120 -0 +0,0 -12,8 -0,5
23 Centrada 145 25 A: 85 30 +13 0 +84,8 +0,0 +0,0
(A-5) 25 B: 85 -0 +0,0 -4,5 -1,8
177 Centrada 267 30 A: 105 30 180 +160,1 +41,0 +2,1
(K-7) 30 B: 105 +0,0 +0,0 +0,0
Comprovação Metálicas
Punçoamento
Deslocamentos
Acções concentradas
Tensões Nodos Paredes
Paredes Resistentes
Sapatas
Reacções Sapatas

A informação mostrada nesta listagem é a seguinte:

| | |
|---|---|
| **NN** | Número do nó da fundação. |
| **Nome** | Nome atribuído à sapata. |
| **Tipo** | Indica as restrições ao deslocamento e à rotação do nó, com o mesmo critério exposto no capítulo 7. |
| **Pilar** | É o número, o nome e a secção do pilar da sapata. |
| **Sap (m)** | Dimensões da base da sapata (largura, comprimento). |
| **Altura (m)** | Altura da sapata. |
| **Situação (m)** | Definição do posicionamento da sapata e da sua excentricidade. |
| **Ang (graus)** | Ângulo de rotação aplicado à sapata. |
| **Fy** | O esforço axial segundo os eixos gerais (em T ou kN). |
| **Mx e Mz** | Os momentos no nó, segundo os eixos gerais (em mT ou kNm). |
| **Res.t (MPa)** | Valor da resistência do terreno indicado nas opções de cálculo. |
| **t.máx (Mpa)** | Tensão máxima no terreno obtida no cálculo. |
| **Res.m (MPa)** | Resistência média do terreno (sem ter em conta o possível aumento de 25% da NBE AE-88, caso tenha seleccionada uma regulamentação que o permita) |
| **t.med (MPa)** | Tensão média no terreno ([Axial+peso próprio]/Área) |
| **csv** | Coeficiente de segurança ao derrubamento. |
| **csd** | Coeficiente de segurança ao deslizamento. |
| **Armadura Paralela A/B** | |
| | A armadura da sapata com o comprimento da patilha vertical, o comprimento horizontal da armadura e a posição inicial e final de colocação da armadura. |
| **Área ($cm^2$)** | A área da sapata em $cm^2$. |

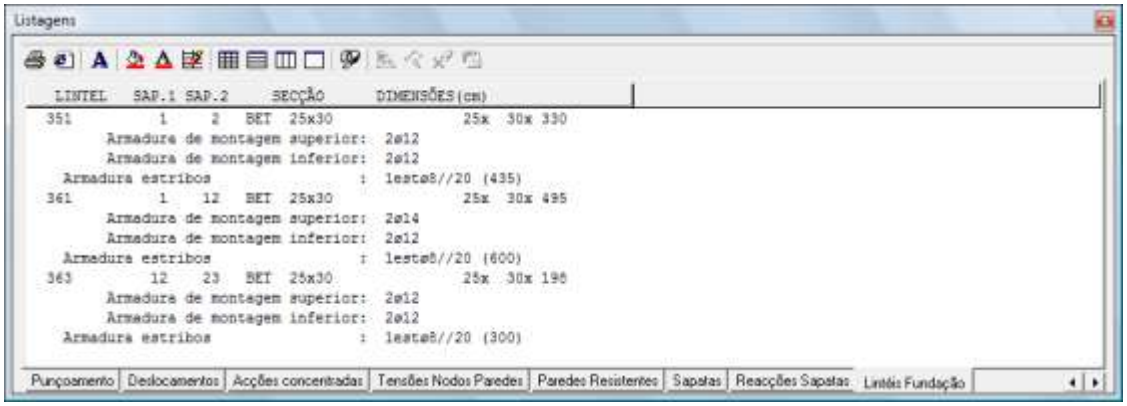
## Exemplo:

Se a armadura resultante tem a forma **9Ø12(0,15P+1,00+0,15P)**

| | |
|---|---|
| **9Ø12** | define o número de varões nas direcções A ou B, neste caso são nove varões de diâmetro 12 mm. |
| **1,00** | é o comprimento recto do varão, sem considerar a dobragem. |
| **P** | indica que é necessário utilizar um valor para a dobragem. O valor contabilizado pelo programa é D = 8 × Ø + 12mm. |
| **0,15** | é o comprimento da prolongação recta ou vertical da patilha. |

## Listagem de lintéis de fundação: *...>Listagem>Lintéis Fundação*

Esta função gera uma listagem com as dimensões e a armadura necessária de cada lintel de fundação.

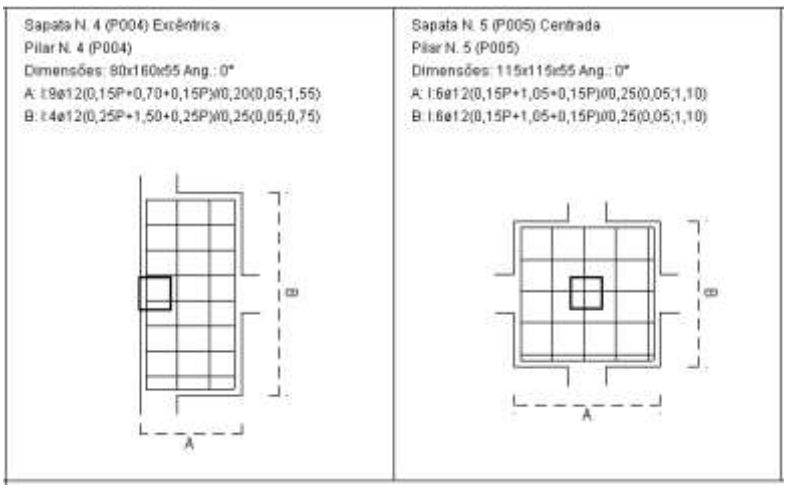

Listagens
LINTEL SAP.1 SAP.2 SECÇÃO DIMENSÕES(cm)
351 1 2 BET 25x30 25x 30x 330
Armadura de montagem superior: 2ø12
Armadura de montagem inferior: 2ø12
Armadura estribos : 1estø8//20 (435)
361 1 12 BET 25x30 25x 30x 495
Armadura de montagem superior: 2ø14
Armadura de montagem inferior: 2ø12
Armadura estribos : 1estø8//20 (600)
363 12 23 BET 25x30 25x 30x 195
Armadura de montagem superior: 2ø12
Armadura de montagem inferior: 2ø12
Armadura estribos : 1estø8//20 (300)
Punçoamento
Deslocamentos
Acções concentradas
Tensões Nodos Paredes
Paredes Resistentes
Sapatas
Reacções Sapatas
Lintéis Fundação

A informação mostrada nesta listagem é a seguinte:

- O número do lintel de fundação.
- O nome do lintel de fundação.
- As sapatas que une
- A secção atribuída.
- O comprimento efectivo do lintel de fundação, ou seja, descontando os segmentos de lintel embutidos nas sapatas de ambos lados.
- **Armadura de montagem superior, Armadura de montagem inferior e Armadura estribos:** Definem-se as armaduras do lintel de fundação, com o mesmo critério da listagem de armaduras das vigas da estrutura.

## Quadros de sapatas: *Resultados>Armaduras*

As funções **...>Quadro Sap. Simples** e **...>Quadro Sap. Conj.** geram os quadros de sapatas simples e conjuntas da estrutura, segundo as opções de representação fixadas na função **Resultados>Armaduras> Opções...**. Um exemplo do quadro de sapatas simples é o seguinte:




A informação mostrada neste quadro é a seguinte:

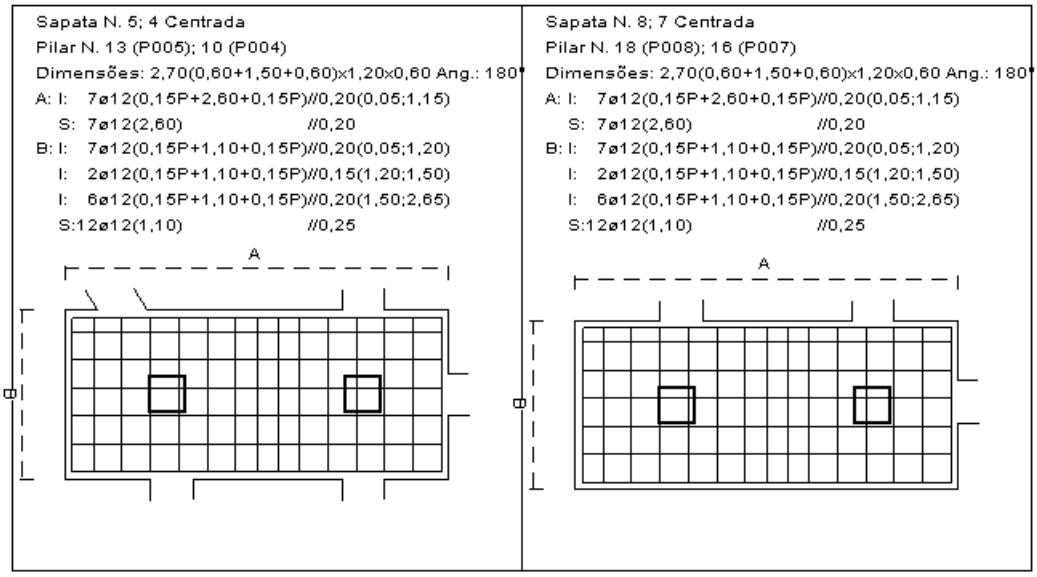
| | |
|---|---|
| **Sapata** | Número de sapata e tipo de posicionamento atribuído. |
| **Pilar** | Número do pilar que concorre na sapata. |
| **Dimensões** | Dimensões da sapata e ângulo de rotação. |
| **Armaduras** | Segundo as duas direcções **A** e **B.** |

## Exemplo

**A:I: 9Ø12 (0,15P+0,70+0,15P)//0,20 (0,05;1,55)**

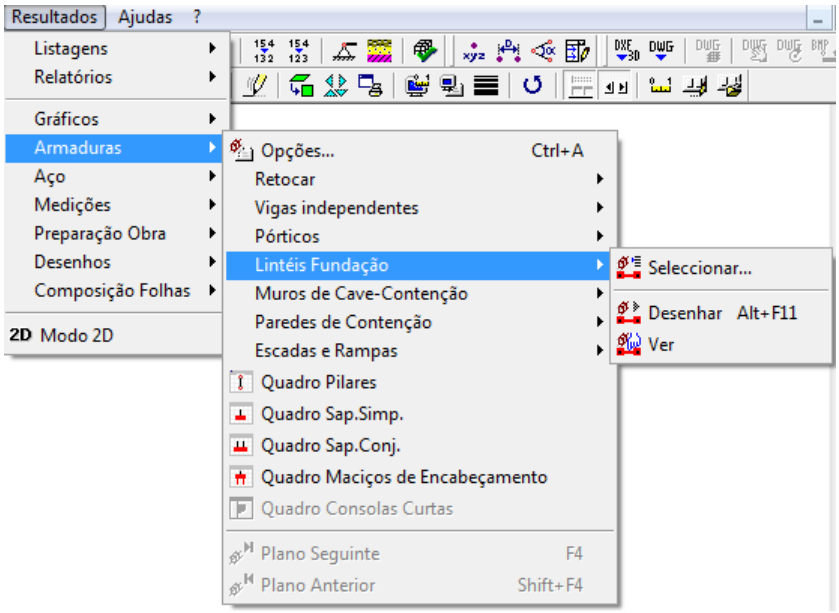
O significado desta linha é: Armadura Inferior na direcção A, composta por 9 varões de 12mm, afastados de 0,20m. Os varões têm um comprimento recto horizontal de 0,70 m, seguidos de uma zona de dobragem e um prolongamento recto vertical (patilha) de 0,15 m em cada extremo do varão. A colocação do primeiro varão é a 0.05 m do bordo da sapata e o último varão está a 1,55 m do mesmo bordo.

Um exemplo de quadro de sapatas conjuntas é o seguinte:



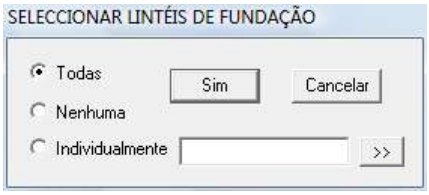

Nas sapatas conjuntas aparecem os números dos dois pilares. Além disso, inclui-se uma outra linha, que começa com a letra S, para indicar que se trata da armadura superior da sapata. Os restantes dados são similares aos das sapatas isoladas.

## O submenu *Resultados>Armaduras>Lintéis Fundação*




Dentro de este submenu encontram-se as funções que permitem a obtenção dos desenhos de armaduras dos lintéis de fundação de uma estrutura.

**Seleccionar ...** Com esta função podem-se seleccionar os lintéis de fundação dos quais se deseja obter o desenho de armaduras. É similar às funções que permitem seleccionar as armaduras das vigas e dos pórticos de betão armado. Por defeito, visualizam-se todos os lintéis de fundação, sendo ainda possível selecciona-los individualmente, activando a opção **Individualmente** e introduzindo os números dos lintéis que se pretendam, separados por virgulas. Pressionando o botão **>>,** a selecção pode fazer-se graficamente.




**Desenhar Lintel Fund** Esta função apresenta o desenho da armadura do primeiro lintel de fundação seleccionado.

**Lintel Fund Seguinte, ...> Lintel Fund Anterior**

Com estas funções é possível solicitar os desenhos dos lintéis de fundação seguintes e anteriores ao que estiver representado.

**Ver Lintel Fundação** Esta função mostra a armadura do lintel de fundação que se seleccione de forma gráfica.

Além dos desenhos de armaduras da fundação que se podem obter com as funções do submenu **Resultados>Armaduras**, também é possível utilizar a função **Resultados> Desenhos>Ver Plano>Desenho...,** para solicitar o desenho da cota da planta de fundação.

# Capítulo 12

# Lajes Aligeiradas

**INTRODUÇÃO**

- Neste capítulo explica-se a forma de introduzir, calcular e obter resultados gráficos e numéricos de lajes aligeiradas, utilizando o módulo Tricalc.5.

**OBJECTIVOS**

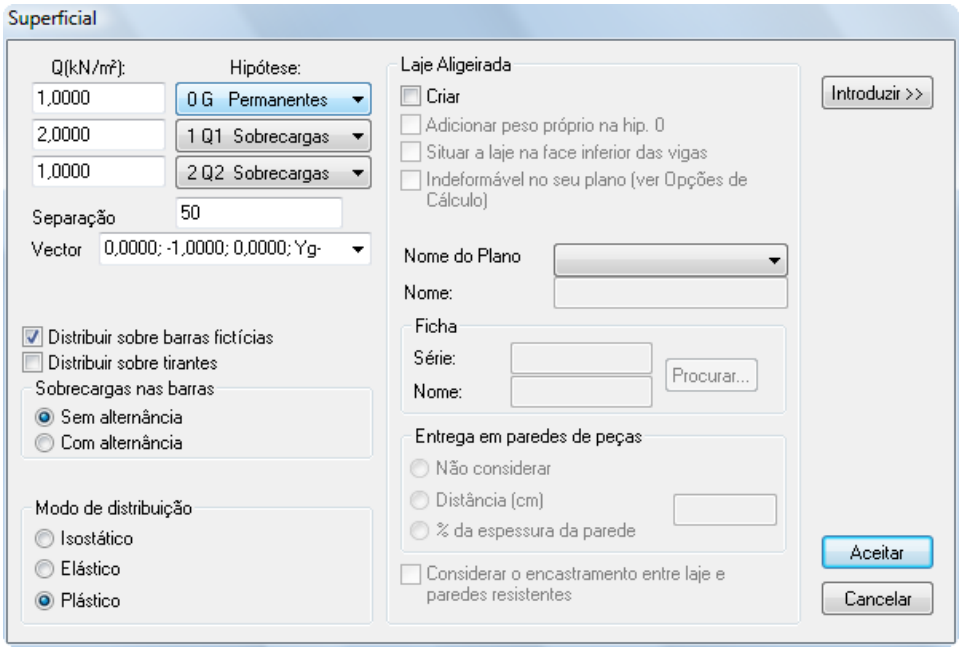
- O utilizador será capaz de introduzir as lajes aligeiradas e atribuir-lhes fichas de fabricantes existentes na base de dados. Poder-se-á calcular as diferentes lajes aligeiradas e obter os resultados gráficos e as listagens necessárias para incorporar na documentação do projecto.

## Definições prévias

| | |
|---|---|
| **Plano de laje** | É um plano de trabalho da estrutura, horizontal ou inclinado, que contém uma ou várias zonas com lajes aligeiradas. |
| **Laje** | É uma zona dentro do **plano de laje** que se caracteriza por:<br>Todas as suas vigotas pertencem à mesma ficha de laje, tendo portanto, a mesma separação entre eixos de vigotas, o mesmo tipo de abobadilhas e de vigotas.<br>O mesmo carregamento. |
| **Pano de laje** | É uma zona da **laje aligeirada** com vigotas e armadura de negativos idênticas. Um pano é constituído, pelo menos, por uma vigota. |

- Na introdução de uma laje aligeirada o utilizador é questionado sobre a sua intenção de distribuir as acções da lajes sobre as vigas de apoio.
- Esta opção permite introduzir uma laje aligeirada sem qualquer acção traduzida à estrutura, mas permitindo considerar a indeformabilidade do plano em que está inserida.
- A situação normal é de definir a laje e simultaneamente introduzir as acções da lajes sobre os elementos estruturais.
- É possível introduzir uma laje aligeirada através do menu **Geometria>Lajes Aligeiradas>Introduzir** ou através do menu **Acções>Definir>Em Barras>Superficial**.

# Introdução de Laje Aligeirada. Função *Acções>Definir...*




Um dos tipos de acções que é possível definir mediante a função **Acções>Definir...** é a acção superficial em barras (capítulo 4). Na caixa de diálogo onde se define esta acção, a opção **Criar Laje** permite introduzir simultaneamente a acção superficial nas barras da estrutura e a laje aligeirada. As opções desta caixa são as seguintes:

| Opção | Descrição |
|---|---|
| **Q** e **Hipótese** | Valores das acções superficiais actuantes na laje (em kg/m² ou kN/m²) e as hipóteses de cada acção. Podem definir-se até três acções, em outras tantas hipóteses. |
| **Separação** | É a separação **entre eixos** de vigotas. Se está activada a opção **Criar Laje,** este valor toma-se automaticamente da base de dados das lajes aligeiradas. Se essa opção está inactiva, só se introduzirá a acção superficial, distribuindo-se vigotas fictícias segundo a separação que se defina neste campo. |
| **Vector** | O **vector** de aplicação da carga, geralmente 0;-1;0 (gravítico), tanto para lajes horizontais, como inclinadas. |
| **Sobrecargas nas barras** | As acções superficiais que se introduzem repartem-se automaticamente entre as barras que a suportam. As opções deste quadro permitem seleccionar se deseja que as sobrecargas que se introduzem sejam consideradas com alternância ou não nesta distribuição. |
| **Modo de distribuição** | Estas opções permitem seleccionar o método de distribuição da carga, podendo ser **isostático**, **elástico** ou **plástico**. |

| | |
|---|---|
| **Criar Laje** | Com esta opção activa, o programa associa ao polígono da carga superficial, uma laje com a mesma geometria e com a ficha que seleccione, para poder calcular posteriormente a laje. |
| **Adicionar p. próprio na hip. 0** | Esta opção permite que o programa some automaticamente o peso próprio da laje às acções introduzidas na hipótese 0 (a hipótese de acções permanentes). O referido peso próprio toma-se da base de dados de lajes, que é modificável através da função **Secções>Lajes Aligeiradas>Fichas...**. |
| **Situar a laje na face inferior das vigas** | Esta opção quando activada efectua o alinhamento da face inferior da laje com a face inferior da viga de menor altura que lhe pertença. |
| **Nome do Plano** | Lista os planos da estrutura onde se pode introduzir a laje. Os planos horizontais aparecem por defeito nesta listagem; os planos não horizontais devem ser definidos previamente mediante a função **Definir** do menu **Geometria>Plano>Pré-Definir....** |
| **Nome** | Nome a dar à laje (máximo 4 caracteres). |
| **Série e Ficha** | Elementos que definem o tipo de laje escolhida entre as existentes na base de dados de lajes aligeiradas. |
| **Procurar...** | Pressionando este botão, acede-se a uma nova caixa de diálogo onde se mostram as bases de dados de lajes aligeiradas, podendo-se seleccionar a série e a ficha a utilizar. |

**Importante**

Se responder **Sim** à questão "**Deseja calcular as acções em barras associadas às novas lajes?"** a laje aligeirada será introduzida e as suas acções serão introduzidas na estrutura. Se responder **Não** apenas será introduzida a laje considerando a indeformabilidade do plano, mas sem introdução das acções sobre a estrutura.

Se tiver activado o plano de trabalho onde se deseja introduzir a carga, uma vez definidos estes dados, carrega-se no **botão Introduzir>>** ou executa-se a função **Acções>Introduzir> Em Barras**. O processo a seguir é o seguinte:

- Seleccionam-se graficamente os vértices do polígono do contorno da laje na forma habitual, carregando com o botão esquerdo do rato sobre os nós da estrutura, e com o botão direito em qualquer outro ponto da malha. Os pontos devem-se indicar seguindo um sentido de rotação. Para definir as aberturas, definem-se os seus vértices, segundo o sentido de rotação **contrário** ao utilizado para o polígono anterior. O programa gera uma abertura na superfície da carga e também na laje (Figura 58).
- Uma vez finalizada a definição dos polígonos exterior e interiores, carrega-se na tecla **Esc** ou no ícone **Cancelar**.
- Seleccionam-se dois pontos que indiquem a direcção das vigotas da laje.

Tricalc distribui automaticamente as acções superficiais para as barras da estrutura. Desenham-se no ecrã as linhas correspondentes às vigotas, com a separação entre eixos correspondente. A distribuição realiza-se através do método seleccionado: isostático, elástico ou plástico.

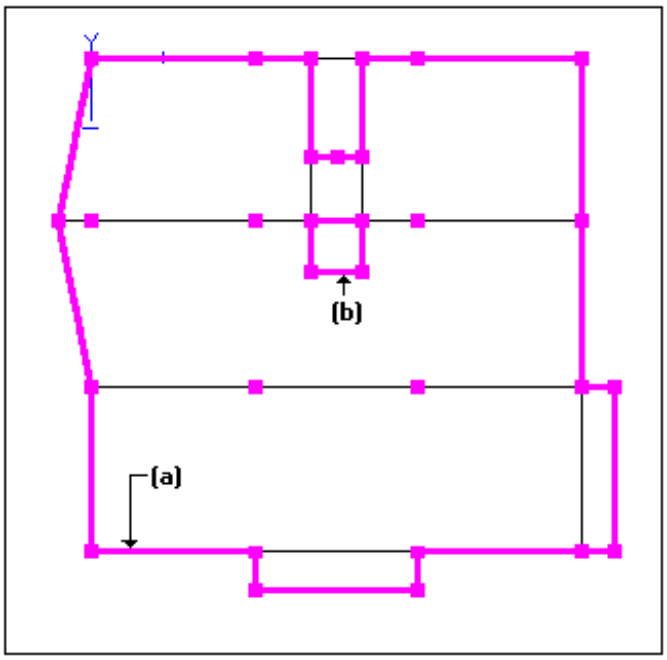



Figura 58: Introdução da laje. (a)Perímetro exterior, (b)abertura.

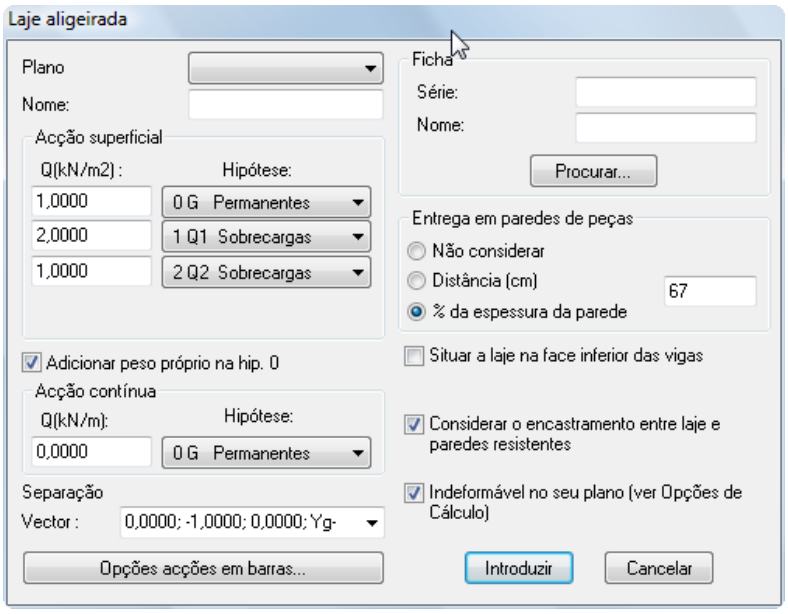
## *Acções>Introduzir>Em Lajes aligeiradas...*

| | |
|---|---|
| **Acções Periféricas...** | Esta função permite a introdução de uma acção contínua num lado do polígono da laje. Estas acções são introduzidas sobre o plano de desenhos (ou seja em Modo 2D), devendo-se recalcular a laje aligeirada ao finalizar a sua introdução. |
| **Acções Transversais...** | Esta função permite a introdução, sobre um plano de desenhos de laje (ou seja em Modo 2D), de uma acção contínua numa direcção transversal às vigotas. Para tal, deve-se definir o valor da acção e a hipótese, e introduzi-la graficamente marcando dois pontos que indiquem o começo e final da linha de acção.<br>As acções definidas com as duas funções anteriores, são utilizadas para recalcular a armadura da laje na qual são introduzidas. Não se aplicam automaticamente às vigas da estrutura. Portanto, o utilizador deverá introduzi-las manualmente nas barras para o correcto cálculo destas. |

## Introdução de Lajes Aligeiradas. Função *Geometria>Lajes Aligeiradas...*

A função **Geometria>Lajes Aligeiradas>Introduzir...** permite a definição de lajes aligeiradas e suas acções sobre a estrutura. A caixa de diálogo **LAJE ALIGEIRADA** permite definir os seguintes dados:

| Opção | Descrição |
|---|---|
| **Plano** | Corresponde ao plano da estrutura no qual se introduz a laje, previamente activado mediante as funções do submenu **Geometria>Plano**. |
| **Nome** | Nome a dar à laje (máximo 4 caracteres). |
| **Acção superficial** | Valores das acções superficiais que actuam sobre a laje (em kg/m² ou kN/m²). Podem-se definir até três acções, e outras tantas hipóteses. |
| **Acção contínua** | Se quiser, pode-se introduzir uma acção contínua adicional sobre todas as vigotas da laje, na hipótese de acção que se indique (em kg/m ou kN/m). |
| **Adicionar p. próprio na hip. 0** | Esta opção permite que o programa some automaticamente o peso próprio da laje às acções introduzidas na hipótese 0 (a hipótese de acções permanentes). O referido peso próprio toma-se da base de dados de lajes, que é modificável através da função **Secções>Lajes Aligeiradas>Fichas...**. |
| **Separação** | Separação entre eixos das vigotas (em cm). Aparecerá a separação correspondente à ficha de laje que se seleccione. |
| **Vector** | Vector de direcção das acções. Geralmente, para as acções gravíticas o valor é **0;-1;0**. |
| **Ficha** | Série e Nome da laje a introduzir. |
| | Uma vez definidos todos os valores, o processo de introdução da laje é idêntico ao da acção superficial, descrito no ponto anterior. |




Até agora, era possível indicar que todas ou nenhuma das lajes (aligeiradas, maciças, fungiformes, lanços de escadas ou lajes de fundação) se comportem como indeformáveis no seu plano. É possível também decidir em cada laje horizontal se esta se comporta ou não como indeformável no seu plano. Isto permite, por exemplo, considerar todas as lajes horizontais indeformáveis no seu plano excepto a da cobertura, em que se define uma acção de temperatura na sua face superior (que é a que está exposta à acção meteorológica).

**Importante**: Se responder **Sim** à questão "**Deseja calcular as acções em barras associadas às novas lajes?"** a laje aligeirada será introduzida e as suas acções serão introduzidas na estrutura. Se responder **Não** apenas será introduzida a laje considerando a indeformabilidade do plano, mas sem introdução das acções sobre a estrutura.

## Modelação de consolas

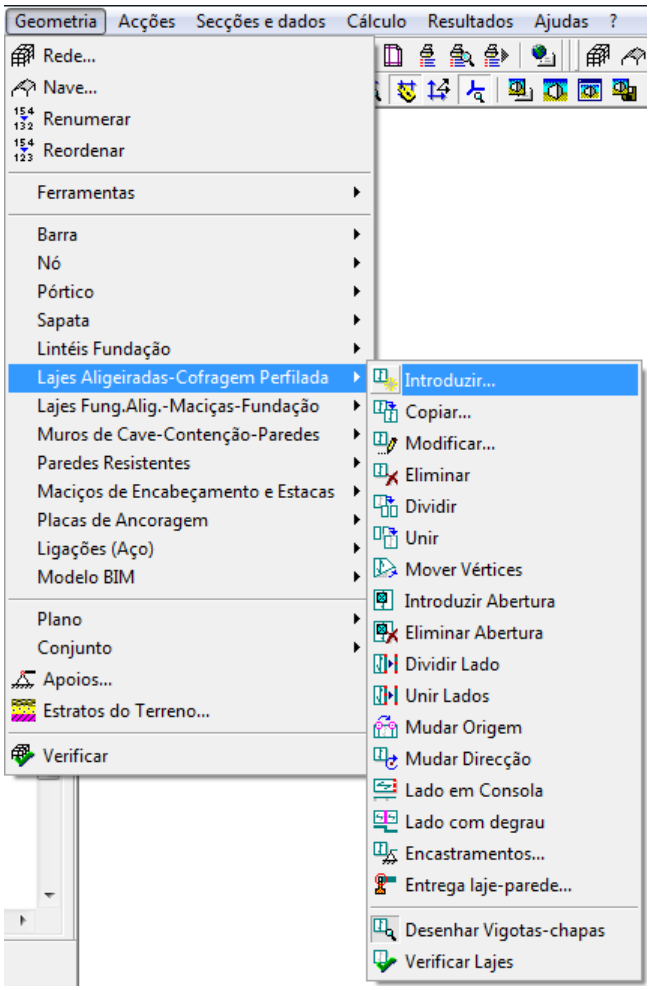
O programa permite definir consolas, marcando os nós da estrutura com o botão esquerdo do rato, ou quaisquer pontos do plano com o botão direito. Para resolver lajes com vigotas em consola há duas possíveis modelações:

- Definindo uma viga em todo o contorno da zona em consola, como mais umas vigas da estrutura e retocando, depois de calcular a laje, os lados que realmente se encontrem em consola, com a função **Geometria>Lajes Aligeiradas>Lado em Consola.** Desta maneira consegue-se eliminar o falso apoio sobre as vigas (da bordadura), podendo-se recalcular a laje com as condições de apoio correctas. Nesta modelação, o utilizador deverá retocar manualmente a distribuição da acção superficial sobre estas vigas, já que estas terão recebido parte das reacções provenientes da laje, por se estar a considerar estas vigas como vigas da estrutura.
- Outra possibilidade é não colocar viga no contorno. Nesta modelação, deve-se retocar o desenho da laje aligeirada, já que o programa não terá tido em conta a viga a delimitar o contorno da laje.

Por último, deve-se ter em atenção que se desejar introduzir acções contínuas no bordo da consola, estas acções devem ser degradadas manualmente nas vigas adjacentes.

## O submenu *Geometria>Lajes Aligeiradas*

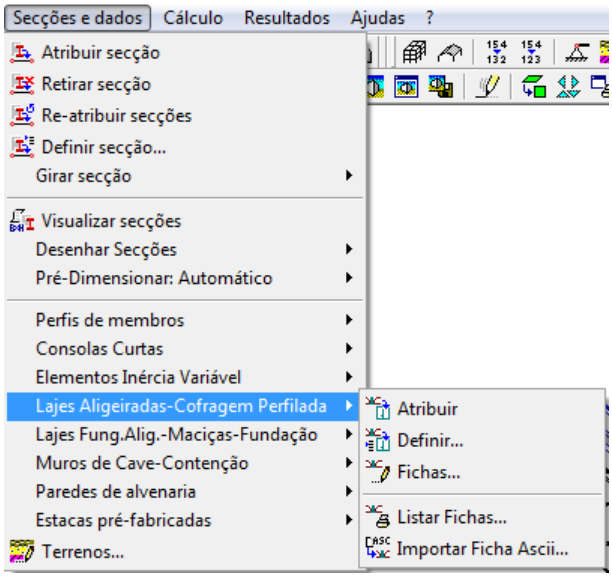
Dentro deste submenu, encontra-se um grupo de funções que permitem a modificação de diferentes parâmetros das lajes aligeiradas:




| Função | Descrição |
|---|---|
| **Copiar** | Esta função permite copiar uma ou todas as lajes de um determinado piso, para outro ou para outros pisos, dentro da mesma estrutura. A maior utilidade desta função é em casos de estruturas com vários pisos iguais, onde as lajes aligeiradas de um piso tipo podem ser copiadas para os outros pisos iguais.<br>Para definir a geometria de edifícios com vários pisos iguais, é habitual a introdução completa de um piso tipo. Se utiliza a função **Geometria> Nó>Translação...** copiam-se as acções sobre as barras, mas não a definição das próprias lajes, pelo que se deverá de utilizar a função **Geometria>Lajes Aligeiradas>Copiar...** para se copiar somente a definição de laje (não se copiam acções para as vigas com esta função). As duas funções utilizadas em conjunto permitem a criação de novos pisos iguais. |
| **Modificar...** | Com esta função podem-se modificar todos os dados de uma laje previamente introduzida, tais como as acções superficiais e as suas hipóteses, as acções contínuas definidas nas vigotas ou o vector de aplicação. Também é possível |

| | |
|---|---|
| | eliminar as arestas em consola e definir a percentagem de encastramento para as arestas da laje aligeirada. |
| **Eliminar** | Esta função permite eliminar uma laje, seleccionando-a graficamente. Para tal, deve estar activada a cota ou o plano de trabalho que tiver essa laje.<br>É importante salientar que esta função não elimina nenhuma acção superficial introduzida sobre as vigas da estrutura. |
| **Mover Vértices** | Esta função permite modificar a posição dos vértices do polígono da laje. Sequencialmente, selecciona-se graficamente o vértice a deslocar e indicam-se dois pontos que definam o vector de deslocamento. |
| **Introduzir Abertura** | Esta função permite introduzir em modo 2D uma abertura no interior de uma laje aligeirada. Para tal, selecciona-se a laje e indica-se o perímetro da abertura. |
| **Eliminar Abertura** | Esta função permite eliminar em modo 2D uma abertura no interior de uma laje aligeirada. Para tal, selecciona-se um bordo da abertura a eliminar. |
| **Dividir Lado** | Esta função permite dividir um dos lados de uma laje aligeirada em duas partes. Selecciona-se graficamente o lado a modificar e marca-se o ponto por onde se quer dividir. Esta função utiliza-se, por exemplo, quando se quer introduzir uma acção contínua somente sobre uma parte de um lado, ou quando se quer atribuir uma condição de encastramento somente a uma parte de um lado de uma laje, por exemplo, nas zonas próximo dos pilares. |
| **Unir Lados** | Esta função permite unir dois lados que estejam na mesma direcção e estejam unidos por um ponto, convertendo-os num só. |
| **Mudar Origem** | A origem da laje é o ponto que marca a posição da primeira vigota. A partir desse ponto, começam-se a colocar as vigotas em função da separação entre eixos das mesmas. Com esta função pode-se situar a origem da laje em qualquer posição. |
| **Mudar Direcção** | Esta função permite mudar a direcção das vigotas de uma laje. Para tal, selecciona-se graficamente a laje a modificar e marcam-se dois pontos que indiquem a nova direcção. |
| **Lado em Consola** | Se no bordo de uma laje em consola se define uma barra como viga perimetral, Tricalc calcula a vigota como apoiada nessa viga de contorno. Para corrigir esta situação, sobre o desenho do plano da laje aligeirada, deve-se executar esta função e seleccionar graficamente os lados que se encontrem em consola. Os lados em consola representam-se como uma linha descontínua de cor vermelha. Posteriormente, será necessário recalcular a laje, para que o programa tome em consideração esta nova condição de apoio das vigotas. |
| **Encastramentos...** | Com esta função podem-se definir diferentes condições de apoio para os lados do polígono de uma laje, atribuindo-lhes um grau de encastramento desde 0% a 100%. As vigotas concorrentes nestes lados, deixarão de se calcular como simplesmente apoiadas, para adoptar a condição de encastramento atribuída. |
| **Desenhar Vigotas...** | Esta opção activa ou desactiva a representação das vigotas no modelo geométrico da estrutura. |
| **Verificar Lajes** | Esta função faz a avaliação dos dados de geometria, acções, etc. das lajes aligeiradas introduzidas. |

## O submenu *Secções>Lajes Aligeiradas*

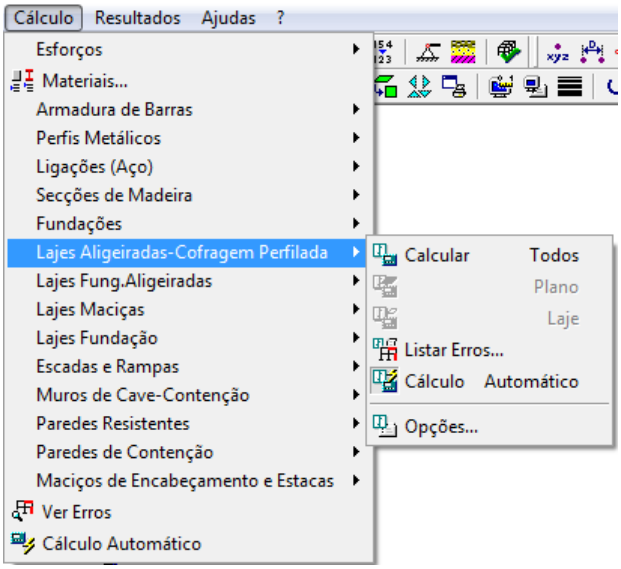



Dentro deste submenu encontram-se as seguintes funções:

| Função | Descrição |
|---|---|
| **Atribuir** | Esta função permite atribuir a uma laje a série e a ficha definida mediante a função **...>Definir....** |
| **Definir...** | Permite definir a ficha da laje aligeirada a utilizar, entre as várias existentes na base de dados. |
| **Fichas...** | Com esta função, acede-se à base de dados de fichas de lajes aligeiradas, para consultar ou modificar dados de fichas existentes, ou para introduzir novas fichas. |
| **Listar Fichas...** | Esta função gera uma listagem com toda a informação relativa à série da laje, ou a uma ficha, que se seleccione, dentro de uma série. |
| **Importar Ficha Ascii...** | O programa Tricalc permite, com esta função, a introdução de dados de novas fichas de lajes aligeiradas através de ficheiros em formato ASCII. A informação do formato que devem seguir estes ficheiros encontra-se referida no **Manual de Instruções do** Tricalc. |

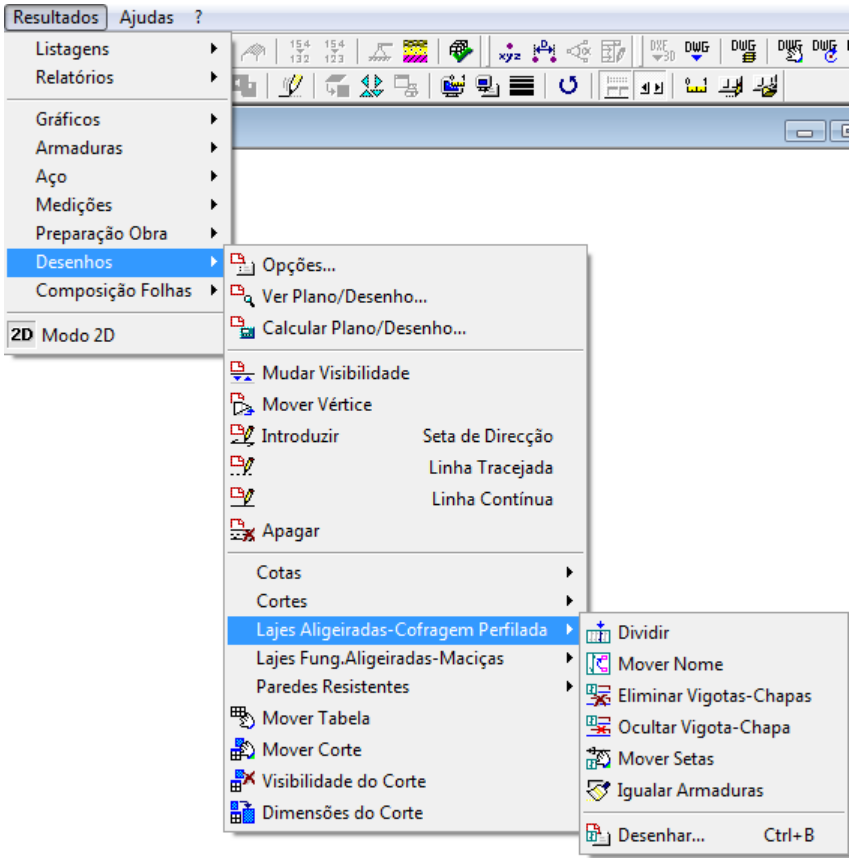
## O submenu *Cálculo>Lajes Aligeiradas*

Dentro deste submenu, encontram-se as funções que permitem o cálculo das lajes aligeiradas introduzidas na estrutura, assim como a modificação das opções de cálculo.




| Função | Descrição |
|---|---|
| **Opções...** | Esta função mostra uma caixa de diálogo onde se podem definir as diferentes opções de cálculo da armadura das lajes aligeiradas. Para a descrição de cada uma das opções pode consultar o manual de instruções.<br>Uma vez definidas todas as opções, procede-se ao cálculo das lajes com as funções: |
| **Calcular Todos** | Realiza o cálculo de todas as lajes aligeiradas da estrutura. |
| **Calcular Plano** | Calcula todas as lajes aligeiradas da cota do plano que estiver nesse momento seleccionado. |
| **Calcular Laje** | Calcula uma das lajes aligeiradas da cota do plano que estiver nesse momento seleccionado, seleccionando-a graficamente. |
| **Listar erros** | Permite obter uma listagem com todos os erros das lajes aligeiradas da estrutura. |
| **Cálculo Automático** | Esta função activa ou desactiva exclusivamente o modo automático de cálculo de lajes aligeiradas. Estando activado, sempre que se modifique qualquer opção da laje que implique a necessidade de voltar a calcular, esse cálculo será feito automaticamente. |

# Planos de armaduras de lajes aligeiradas




- **Resultados>Desenhos>Opções...:** Com esta função, é possível definir as opções de desenho dos planos (capítulo 7).
- **...>Ver Plano>Desenho...:** Esta função visualiza um plano com a geometria das barras. Se as lajes que se encontram nesse plano, já estiverem calculadas, mostra-se também toda a informação relativa a elas: armaduras, esforços... A geometria das barras do plano, corresponde à última vez que se calculou o plano mediante a função **...>Calcular Plano...**. Se alterou a geometria ou o pré-dimensionamento dos elementos contidos nele, será necessário voltar a calculá-lo**.**

Uma vez que se tiver no ecrã o plano da laje, pode ser necessário realizar alguma modificação. Existem as seguintes funções:

| Função | Descrição |
|---|---|
| **Dividir** | Permite atribuir uma ficha diferente a uma das vigotas de uma laje. Deste modo é possível, por exemplo, definir uma vigota dupla dentro de uma laje de vigotas simples, ou seja permite criar um pano de laje. |
| **Mover Nome** | O programa desenha, para cada laje, uma legenda na qual se especifica o nome dado, a série à qual pertence e a sua ficha. Esta função permite mudar a posição da legenda dentro do plano. |
| **Eliminar Vigotas** | Esta função permite eliminar uma das vigotas de uma laje. |

| | |
|---|---|
| **Mover Setas** | Esta função permite alterar a localização das setas de distribuição das armaduras nas lajes. Selecciona-se a seta a alterar e o novo ponto onde colocar a sua extremidade. |
| **Igualar Armaduras** | Esta função permite igualar as armaduras numa laje. Para tal, selecciona-se a armadura a copiar (origem) e as armaduras a igualar. |

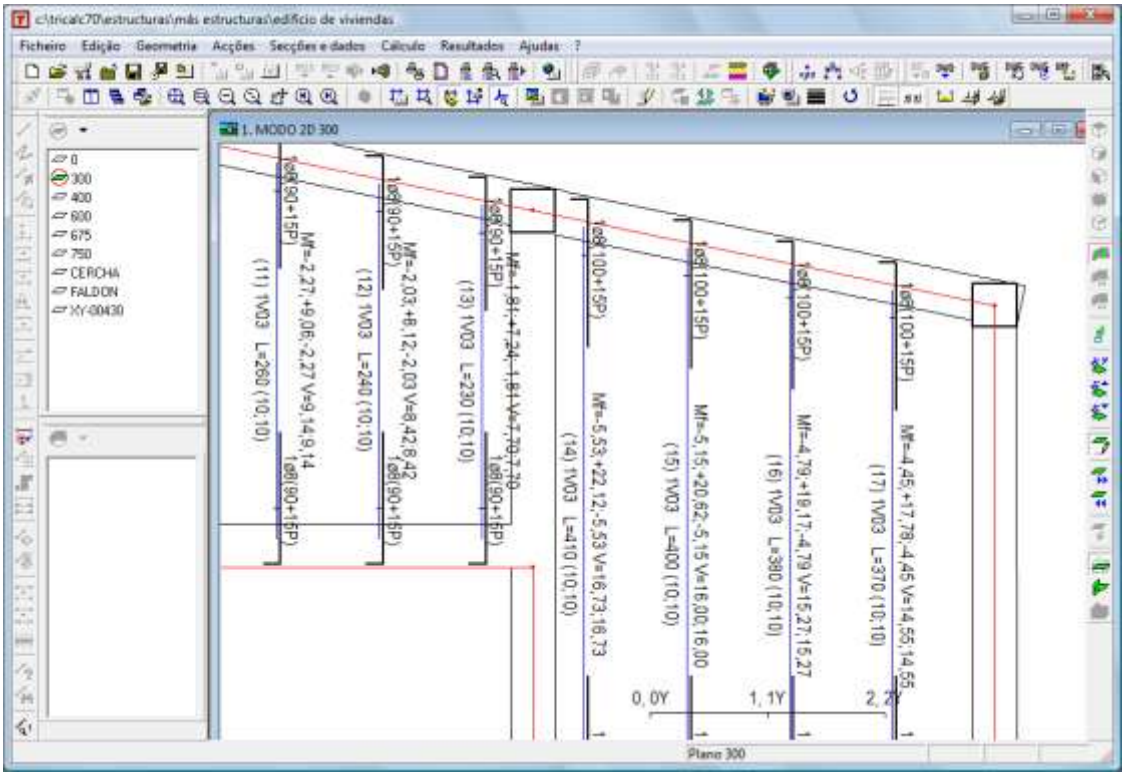
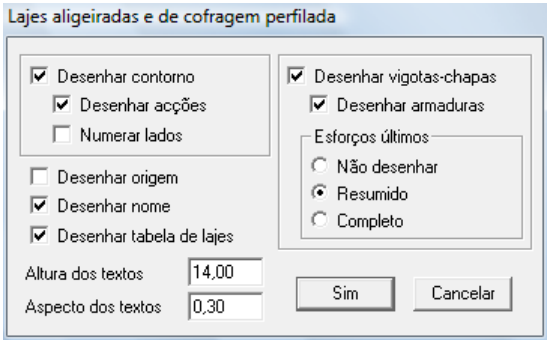



Figura 59: Representação de lajes aligeraidas.

# A função *Resultados>Desenhos>Lajes Aligeiradas>Desenhar...*




Esta função apresenta uma caixa de diálogo que permite seleccionar a informação a representar nos desenhos de lajes aligeiradas. As opções disponíveis são as seguintes:

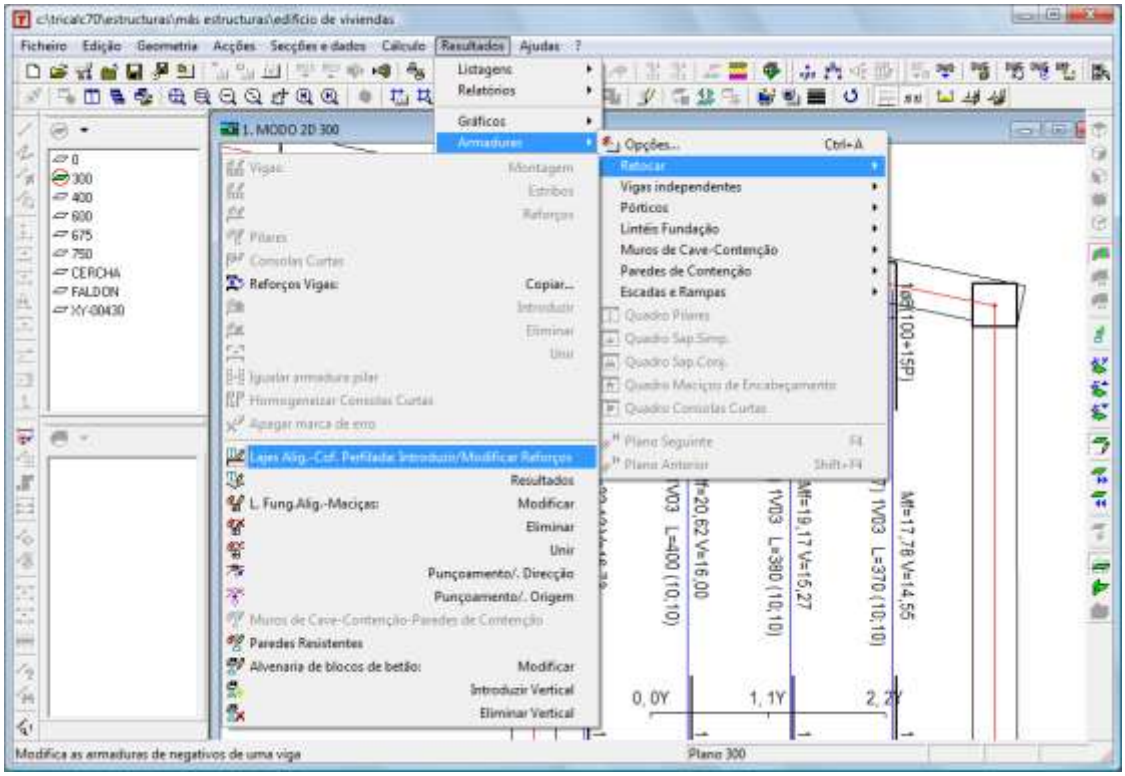
| Opção | Descrição |
|---|---|
| **Desenhar contorno** | Representa a vermelho a linha do perímetro exterior da laje. |
| **Desenhar acções** | Desenha as **acções** contínuas, sobre os bordos e as acções transversais introduzidas. |
| **Numerar lados** | Desenha o número dos lados do perímetro da laje, com o objectivo de se referenciarem a eles **acções** ou factores de encastramento. |
| **Desenhar origem** | Representa-se com um símbolo o ponto a partir do qual se colocam as vigotas. |
| **Desenhar nome** | Desenha-se uma legenda com o nome da laje, a série e a ficha. Além disso, ao activar esta opção, aparecerá junto a cada vigota o nome do modelo. |
| **Desenhar tabela de lajes** | Permite activar ou desactivar a representação no desenho 2D, de um quadro com os dados de cálculo das lajes aligeiradas. |
| **Desenhar vigotas** | As vigotas desenham-se com uma linha contínua no caso de terem sido calculadas com a ficha escolhida, ou com uma linha tracejada no caso contrário. Ao calcularem-se as lajes, se existir alguma que não cumpra, o programa indica unicamente com este grafismo, ou seja, representa com uma linha contínua a azul uma vigota que cumpre e com uma linha tracejada azul uma vigota que não cumpre. |
| **Desenhar armaduras** | Representam-se as armaduras de negativos sobre as linhas de vigota, com os seus dados correspondentes. Só se podem desenhar as armaduras quando o pano de laje foi resolvido e além disso está activa a opção **Desenhar vigotas**. |
| **Esforços últimos** | A caixa de opções de desenhos de lajes aligeiradas permite definir três alternativas ao desenho dos esforços últimos:<br>■ Não desenhá-los.<br>■ Resumido. Indicam-se os valores de versões anteriores: o momento último máximo positivo do vão de encastramento no caso de consolas) e o transverso último máximo do vão. |

- Completo. Indicam-se os momentos negativos últimos de ambos os extremos e o máximo positivo do vão (o de encastramento e extremos final no caso de consolas) e os transversos últimos em ambos os extremos do vão.

Dependendo de cada caso, as opções a activar normalmente são:

- Se deseja modificar o plano de laje, seja a sua geometria, as suas **acções**, etc., é conveniente diminuir a quantidade de informação mostrada, para optimizar os tempos de redesenhar. Basta então activar as opções **Desenhar contorno, Desenhar acções** e **Numerar lados.**
- Se desejar imprimir o desenho do plano da laje sem a designação do fabricante da laje desse projecto, mas com a informação do momento flector no vão e do esforço transverso nos apoios, uma vez que estes dados não dependem da ficha escolhida para o cálculo, dependendo somente do vão, das **acções** e das condições de encastramento, a solução seria desactivar as opções **Desenhar Nome** e **Desenhar armadura.**
- Para obter a máxima informação possível, activam-se todas as opções de desenho.

# O submenu *Resultados>Armaduras>Retocar*



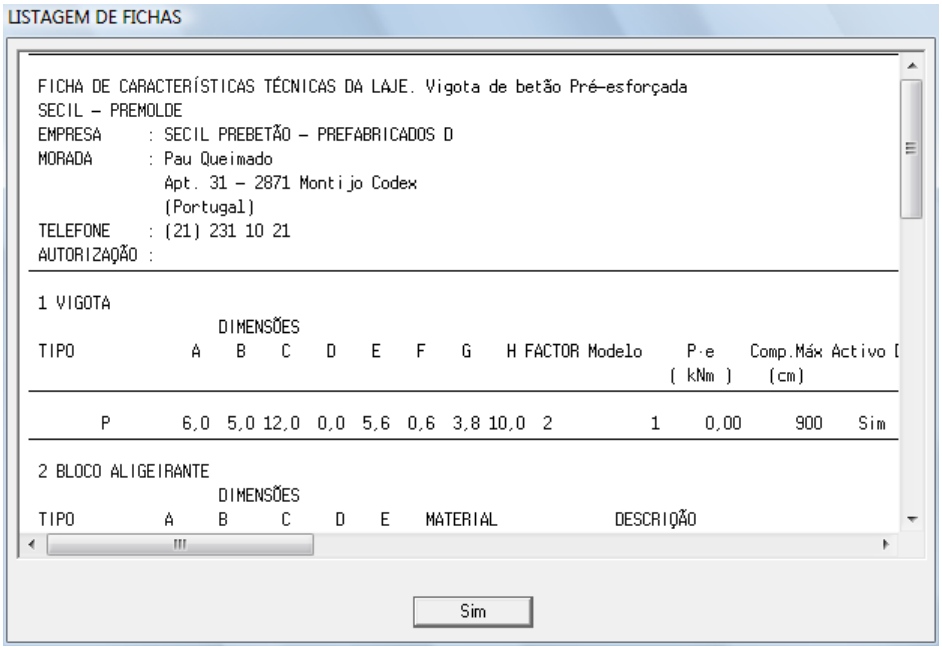

Este submenu contém, entre outras, duas funções que permitem modificar os dados da armadura e do modelo da vigota, no desenho da laje aligeirada. A selecção das vigotas a modificar realiza-se de forma gráfica sobre o desenho do plano.

| **Importante** | Os retoques efectuados com estas funções, não são comprovados pelo programa, ficando totalmente ao critério do utilizador. |
|---|---|

| | |
|---|---|
| **L. Aligeiradas.: Negativos** | Permite modificar a armadura de negativos. |
| **L. Aligeiradas.: Resultados** | Permite modificar os seguintes dados: |
| | **Maciçados:** Comprimento da zona maciça nos dois extremos da vigota, desde a face da viga de apoio (em cm). |
| | **Modelo:** Modelo da vigota seleccionada. |
| | **Momentos**: Momentos últimos na vigota à esquerda, centro e direita. |
| | **Esf. Transver.:** Esforço transverso último na vigota à esquerda e direita. |

## A função *Secções>Lajes Aligeiradas>Listar Fichas...*

Esta função gera uma listagem com as características de uma ficha de laje aligeirada da base de dados.

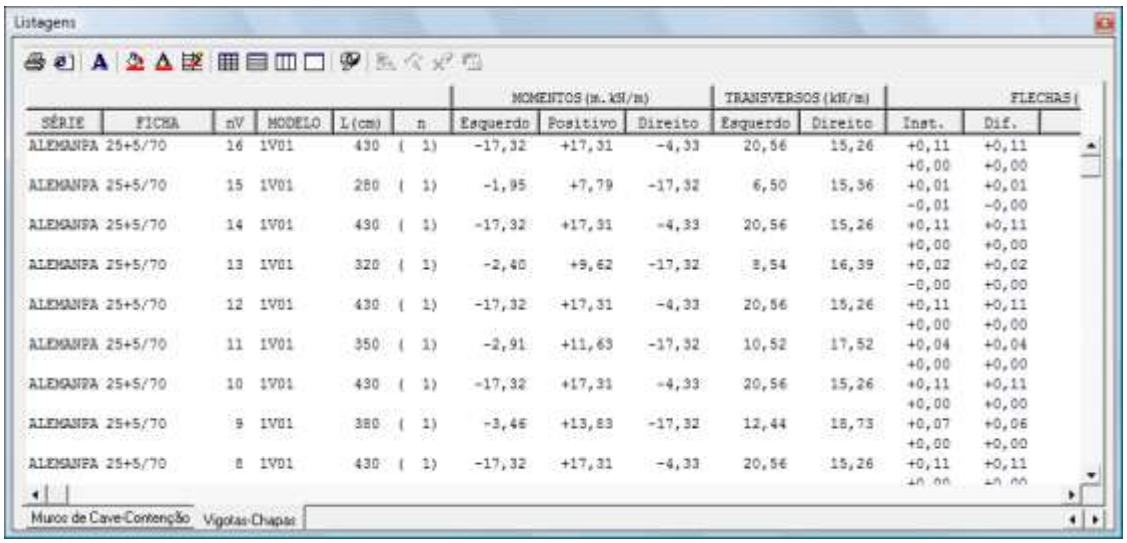

LISTAGEM DE FICHAS
FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA LAJE. Vigota de betão Pré-esforçada
SECIL - PREMOLDE
EMPRESA : SECIL PREBETÃO - PREFABRICADOS D
MORADA : Pau Queimado
Apt. 31 - 2871 Montijo Codex
(Portugal)
TELEFONE : (21) 231 10 21
AUTORIZAÇÃO :
1 VIGOTA
DIMENSÕES
TIPO A B C D E F G H FACTOR Modelo P·e ( kNm ) Comp.Máx (cm) Activo
P 6,0 5,0 12,0 0,0 5,6 0,6 3,8 10,0 2 1 0,00 900 Sim
2 BLOCO ALIGEIRANTE
DIMENSÕES
TIPO A B C D E MATERIAL DESCRIÇÃO
Sim

A informação mostrada nesta listagem é a seguinte:

| | |
|---|---|
| **VIGOTA** | Dimensões dos diferentes tipos de vigotas (em cm). |
| **BLOCO ALIGEIRANTE** | Dimensões das abobadilhas (em cm). |
| **MATERIAIS** | Materiais utilizados para a vigota e para o betão **in situ**, com os seus respectivos coeficientes de segurança. |
| **FICHA DE LAJE** | Com os seguintes dados: nome da ficha, altura total da laje, vigota e abobadilha utilizadas, separação entre eixos de vigotas, tipo de vigota (simples ou dupla) e peso próprio da laje. |
| **MODELOS DE CADA FICHA** | Todos os modelos de cada ficha, com as suas diferentes capacidades mecânicas. |

# A função *Resultados>Listagens>LajesAligeiradas> Vigotas*

Esta função gera uma listagem com as características das vigotas que se seleccionem (em Modo 2D) de uma laje da estrutura.



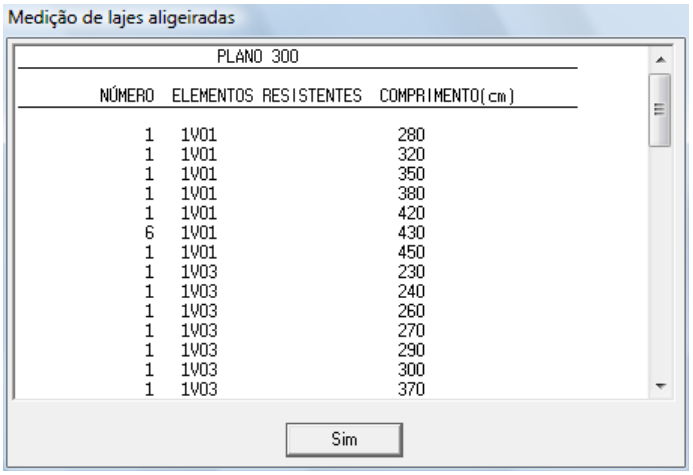

A informação mostrada nesta listagem é a seguinte:

| | |
|---|---|
| **PLANO** | Nome ou cota do plano da laje. |
| **LAJE** | Nome da laje. |
| **SÉRIE e FICHA** | utilizadas. |
| **Acções** | introduzidas no plano da laje, e as hipóteses das acções. |
| **NV** | Número de referência de cada vigota. |
| **MODELO** | Modelo da vigota, da ficha correspondente. |
| **Lcm** | Comprimento total da vigota (em cm). |
| **N** | Número de vigotas iguais. |
| **MOMENTO ÚLTIMO** | Máximo momento flector positivo ao centro e negativos nas extremidades (em m·kp/m ou kN·m/m). |
| **TRANSVERSO** | Máximo esforço transverso último nas extremidades (em kp/m ou kN/m). |
| **fI** | Valores máximos positivos e negativos da flecha instantânea (em cm). |
| **fD** | Valores máximos da flecha diferida (em cm). |
| **fA** | Valores máximos da flecha activa (em cm). |
| **MACIÇADOS** | Comprimento das zonas maciças nos extremos da vigota (em cm). |

## A função *Resultados>Medições>Lajes Aligeiradas*

Na caixa de diálogo da função **Resultados>Medições>Opções...** podem-se definir as opções de apresentação das medições (capítulo 7).

Nesta caixa, se activar a opção **Agrupando Lajes** relativa a lajes aligeiradas**,** obtêm-se as medições totais de cada plano de laje. Se desactivar, o programa oferece por separado as medições de cada laje, com referência ao plano a que pertence.




A informação mostrada nesta listagem é a seguinte:

| | |
|---|---|
| **NÚMERO** | Número de vigotas de cada modelo. |
| **VIGOTAS** | Modelo da vigota, dentro da ficha seleccionada. |
| **COMPRIMENTO** | Comprimento da vigota (em cm). |
| **BETÃO** | Volume de betão necessário em cada uma das lajes (em $m^3$). |
| **ABOBADILHA** | Número de abobadilhas necessárias em cada laje, descontando as zonas maciçadas, se existirem. |
| **AÇO Armadura LONGITUDINAL** | Diâmetro, peso (em kg ou kN) e preço para cada conjunto de varões de igual diâmetro. |

# Capítulo 13

# Muros de Cave e de Contenção

**INTRODUÇÃO**

- Neste capítulo explica-se a introdução, cálculo e obtenção de resultados dos muros de cave e de contenção em consola, através do módulo Tricalc.6.

**OBJECTIVOS**

- O utilizador aprenderá a definir a geometria dos muros de cave e de contenção integrados no conjunto da estrutura ou isoladamente, especificando as diferentes opções de cálculo e armadura, podendo assim calculá-los, obter os desenhos e as listagens correspondentes.

## Considerações prévias sobre a geometria dos muros

### Geometria do Muro de Cave

O módulo Tricalc.6 permite calcular muros de cave de betão armado, integrados com a estrutura, de modo a que os impulsos do terreno se transmitam aos nós e às barras que concorrem nesses elementos. Toda a estrutura é afectada por esses impulsos. Os muros definidos com o programa correspondem a tipologias de **muros de cave e de contenção em consola** e o seu cálculo estrutural tem uma série de considerações prévias que é importante ter presentes, já que delas depende o dimensionamento dos muros que se podem calcular com o programa. Estas considerações são as seguintes:

- **Apoios no topo do muro**: Calculam-se os muros de cave supondo que no topo é impedido o deslocamento horizontal.
- **Apoios em cada uma das cotas:** São definidas várias alturas em muros de cave, quando existem elementos horizontais (lajes ou vigas) que lhe concorrem. Em muros de contenção podem ser definidos vários troços em altura através da função de **Secções>Muros de Cave-Contenção>Pré-dimensionar**.

- **Apoios ou encastramentos na base do muro**: Considera-se que a base do muro de cave tem impedido o deslocamento horizontal ou o deslocamento horizontal e a rotação. Avaliam-se ambas as possibilidades e considera-se o resultado mais desfavorável (Figura 60).

Portanto, ainda que exista liberdade para introduzir muros de cave é necessário que todo o perímetro do muro de cave se situe limitado (lateral e superiormente) por barras e nós da estrutura, para garantir que o seu cálculo se sujeita às considerações mencionadas. O programa não calcula extremos de muro de cave em consola, seja na parte superior ou inferior, nem da parte direita ou esquerda do muro.

Para calcular muros em consola não deve existir nenhuma barra ou nó no seu interior, sendo considerado o topo do muro em consola e a fundação encastrada.

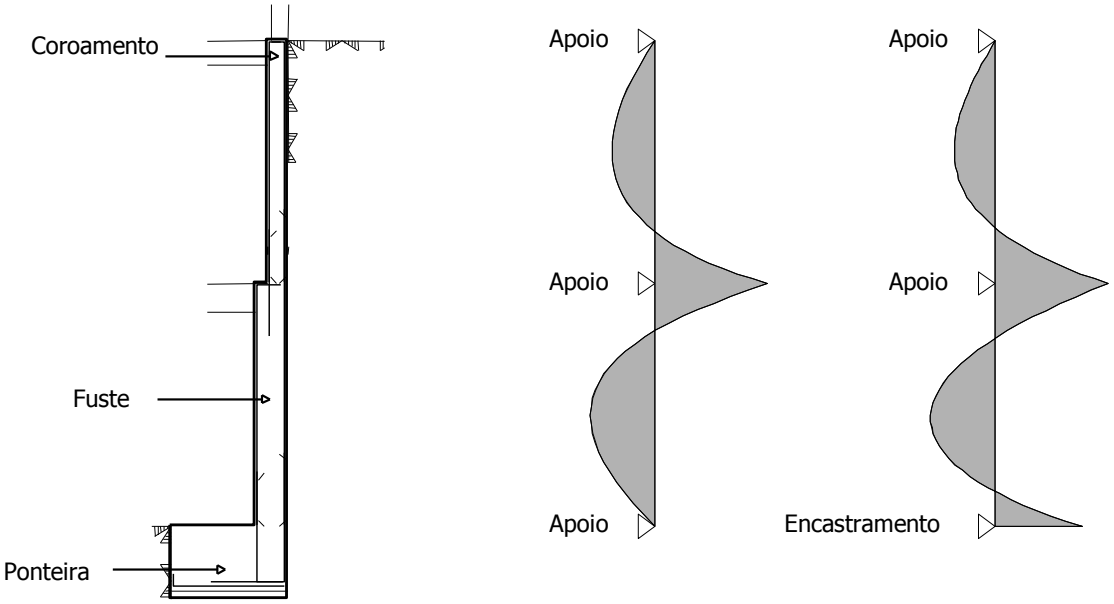



Figura 60: Modos de apoios considerados em muros de cave.

## Alturas

O muro definido com o programa, pode ter tantas alturas quantas se deseje, tendo em conta que, em função delas, os impulsos que se transmitem à estrutura serão maiores ou menores. Não se recomenda superar as duas ou três alturas de muro, pois em tal caso, o muro de cave não é uma boa solução de modelação estrutural.

## Interacção Sobre a Estrutura

Os impulsos do terreno produzem deslocamentos (e portanto, esforços) importantes no resto da estrutura. É interessante por isso considerar a rigidez adicional em planta produzida pelas lajes, que terá o valor máximo quando os muros de cave forem assimétricos e não delimitem o perímetro total do edifício. Neste caso é aconselhável activar a opção **Indeformabilidade de lajes horizontais no seu plano** na função **Cálculo>Esforços>Opções...**, com a qual o programa considera os planos horizontais de laje, como elementos de rigidez infinita no seu plano.

Outra possibilidade é a introdução de barras fictícias biarticuladas com a função **Geometria>Barra>Barra Fictícia,** gerando triangulações em cada plano de laje. As barras fictícias modelam a rigidez adicional destes planos, intervindo no cálculo geral de esforços segundo a sua rigidez, como se fossem barras convencionais, mas omitindo-se nas saídas de resultados e de desenhos.

A finalidade desta opção é homogeneizar os deslocamentos horizontais de todos os nós que definem esse plano, distribuindo entre todos os pilares desse piso os impulsos horizontais transmitidos pelos muros de cave. Se não se têm em conta estas considerações está-se a cometer erros de modelação, já que os deslocamentos horizontais dos nós daquelas zonas que recebem directamente os impulsos do terreno serão maiores e portanto também os esforços transmitidos às barras.

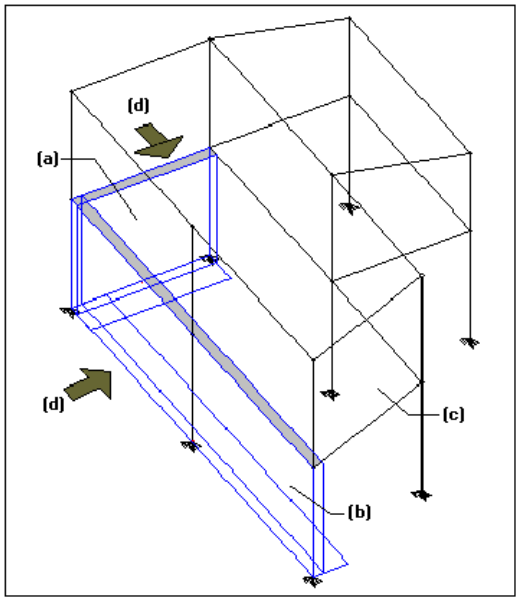



Figura 61: (a) Muro1, (b) muro2, (c) laje, (d) impulso.

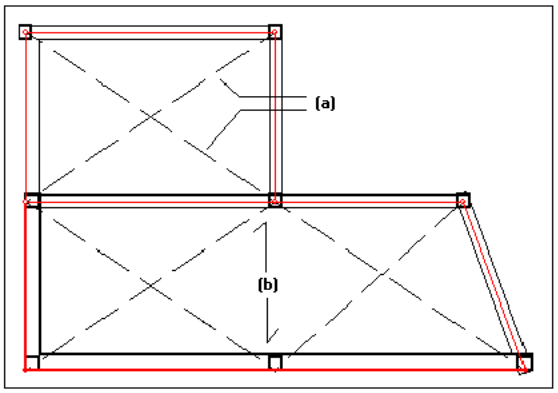



Figura 62: (a) Barras fictícias biarticuladas, (b) laje.

## Geometria do Muro de Contenção em Consola

O módulo Tricalc.6 permite calcular muros de contenção em consola de betão armado, independentes do resto da estrutura, dessa forma os impulsos do terreno transmitem-se ao muro e através da sua fundação efectua o equilíbrio. Portanto, não é necessária a intervenção de nenhum outro elemento estrutural.

Por outro lado, os muros de contenção podem ter as faces não paralelas, ponteira, calcanhar e/ou tacão.

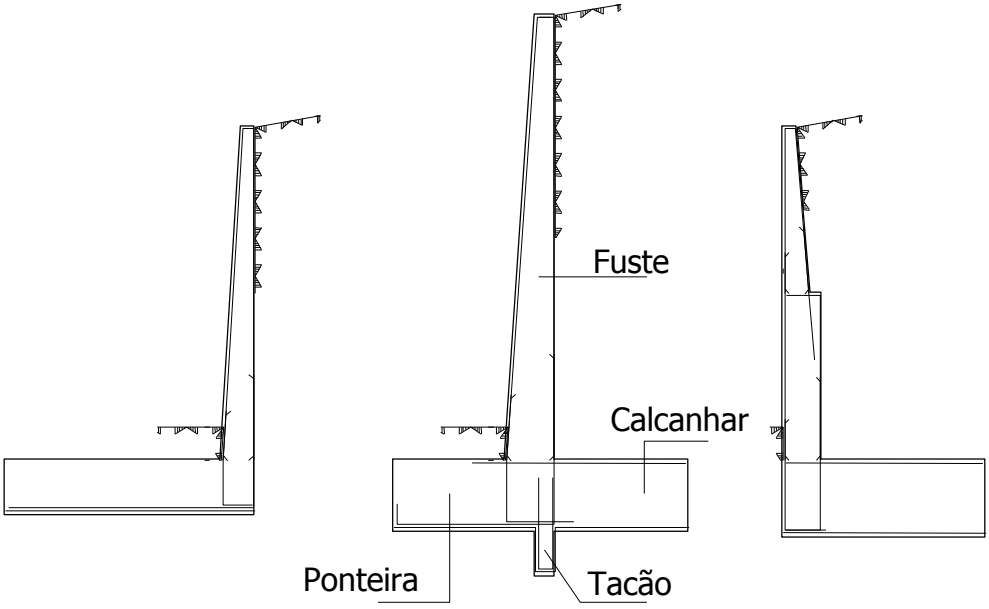
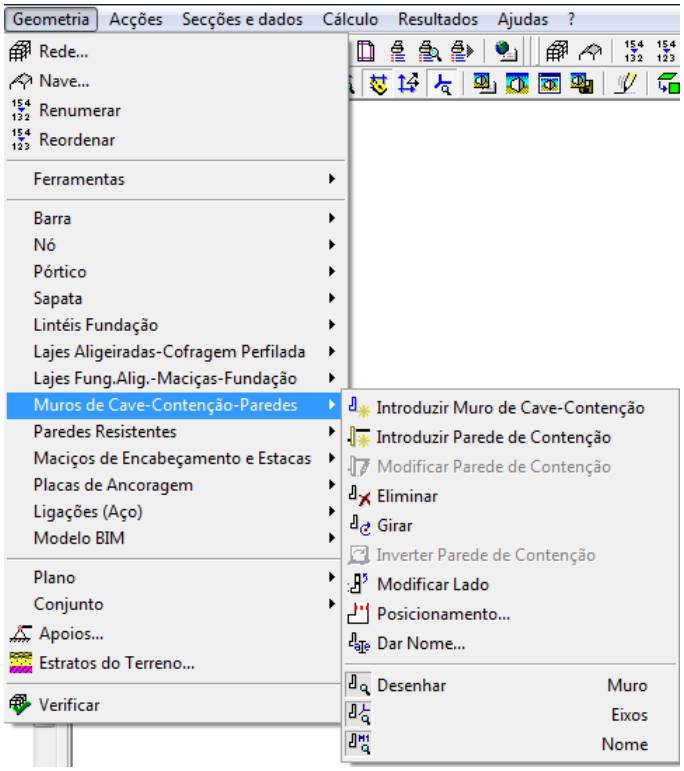



Figura 63**:** Diversas tipologias de muros de contenção em consola.

## Alturas dos muros de contenção em consola

O muro definido pelo programa pode ter tantas alturas (diferente secção), quantas se deseje. Não se recomenda superar os 10 metros de altura de muro, visto que neste caso, o muro de contenção em consola não é uma boa solução estrutural.

# O submenu *Geometria>Muros de Cave-Contenção*




Neste submenu encontram-se as funções que permitem definir os muros de cave integrados com o resto de elementos da estrutura e os muros de contenção em consola.

## Muros de Cave

Para definir correctamente os muros de cave, tem de introduzir previamente a estrutura como se os muros não existissem, da seguinte forma:

- Prolongar os pilares até à cota inferior da base do muro.
- Se o muro engloba vários pisos, permitir que existam vigas nas cotas correspondentes, para que se transmitam ao muro as acções que existam nesses pisos.
- Desta forma, o processo de introdução de muros é imediato: basta seleccionar graficamente três nós, que definam o muro.

Apesar de ser necessário que os pilares se prolonguem através dos muros, até à cota da fundação é possível decidir se interessa ou não que a armadura dos pilares se prolongue até à sapata do muro. Quando se definem os pilares interiores ao muro como barras fictícias, estas não aparecerão no quadro de pilares, quando se definam como barras convencionais, estes pilares já aparecerão no quadro de pilares.

Construtivamente, a primeira solução equivale a deixar umas esperas no topo do muro para o arranque do pilar e a segunda solução, equivale a prolongar até à fundação a armadura do pilar.

## Muros de Contenção em Consola

Para definir correctamente os muros de contenção em consola, não é necessário introduzir previamente um conjunto de pilares e vigas para se apoiar. Basta definir num plano horizontal e com ajuda da malha os dois pontos extremos da sua sapata: a altura do muro pode definir-se posteriormente.

De qualquer forma, recorde-se que se criar pilares ou vigas para definição do muro de contenção aquando da sua definição é necessário elimina-los posteriormente.

| Função | Descrição |
|---|---|
| **Introduzir...** | Esta função permite introduzir o muro graficamente seleccionando três nós da estrutura ou pontos da malha contidos num plano vertical. Também é possível seleccionar apenas dois pontos pertencentes a um plano horizontal. Posteriormente aparece no ecrã uma caixa de diálogo onde se pode dar nome ao muro, com um máximo de quatro caracteres alfanuméricos para definir o tipo (muro de cave ou muro de contenção) e o seu pré-dimensionamento. |
| **Eliminar** | Com esta função pode eliminar muros introduzidos. Para tal, selecciona-se graficamente uma das arestas, do muro que se deseje eliminar. |
| **Girar** | Esta função permite alterar o lado em que se encontra o terreno que causa impulso no muro. Equivale a mudar de lado a ponteira e o tacão do muro. |
| **Modificar Lado** | Esta função permite deslocar de forma gráfica os lados de um muro de cave ou de contenção. Para tal, deve-se activar o plano de trabalho do muro e executar a função. Posteriormente, selecciona-se o lado a mover e marcam-se dois pontos que indiquem o vector de deslocamento. |
| **Posicionamento** | O impulso sobre os muros é definido em relação aos eixos locais XYZ de cada muro**. O eixo X indica a direcção e sentido dos impulsos**, por isso é sempre indicado numa direcção horizontal e perpendicular ao tardoz do muro. O eixo Y é um eixo vertical que passa pela parede (fuste) do muro e o eixo Z é perpendicular aos dois anteriores formando um triedro trirectângulo. Estes eixos serão representados no ecrã, com a cor verde, num dos nós de fundação do muro.<br>Os muros podem ter três tipos de posicionamento em relação ao seu eixo Y (Figura 64 e Figura 65): |

| Tipo | Descrição |
|---|---|
| Tipo 1: **Exterior** | Esta solução é a mais habitual e supõe-se que o tardoz do muro (face exterior do muro) é alinhado por esta face, assim as espessuras do muro aumentam no sentido do impulso do terreno, ou seja nos casos mais correntes, para o exterior do edifício. |
| Tipo 2: **Centrado** | Neste caso, o muro representa-se centrado em relação aos seus eixos de cálculo. Se o muro tiver diferentes espessuras nos diferentes pisos, produzirá uma descontinuidade em alçado, tanto no tardoz como no intradorso (face interior do muro). |
| Tipo 3: **Interior** | O muro representa as suas diferentes espessuras no tardoz, de forma que a face do intradorso do muro coincide com o seu eixo Y. |

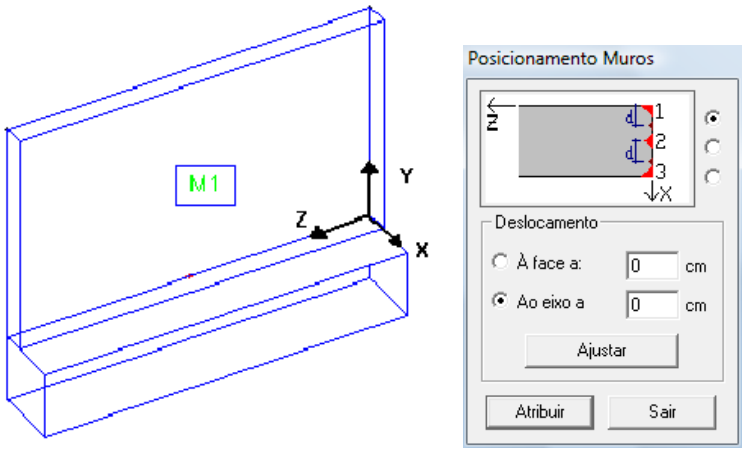



Figura 64: Eixos e posicionamentos de muros de cave.

É possível seleccionar o tipo de posicionamento desejado para o muro, de modo a que exista coerência entre as várias saídas gráficas. Assim o posicionamento de um muro deve coincidir com o posicionamento seleccionado para os pilares e vigas da estrutura que se encontrem no seu plano (no caso de se tratar de um muro de cave).

A modificação do posicionamento de um muro já calculado, implica que o programa anule automaticamente o seu cálculo, pelo que é necessário voltar a calculá-lo para que os desenhos da armadura do muro e da sapata se adaptem à nova situação.

O posicionamento do muro de cave modifica de forma automática o posicionamento dos pilares nele contidos.

Sequencialmente, deve executar-se a função e definir o posicionamento desejado na caixa de diálogo **Posicionamento...** Posteriormente indica-se o muro a modificar, seleccionando graficamente uma das suas arestas. Também se pode realizar um ajuste gráfico, através do botão **Ajustar**.

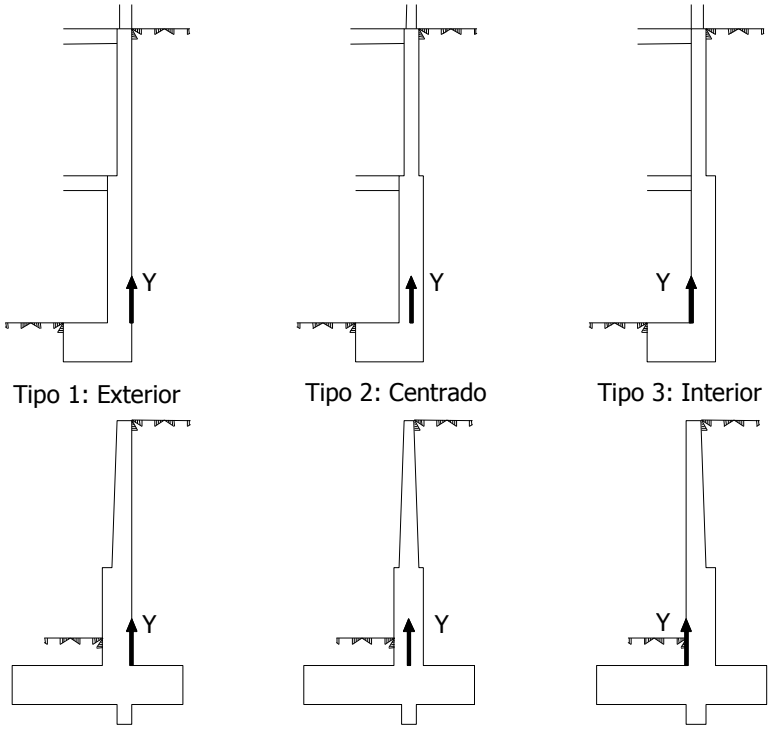
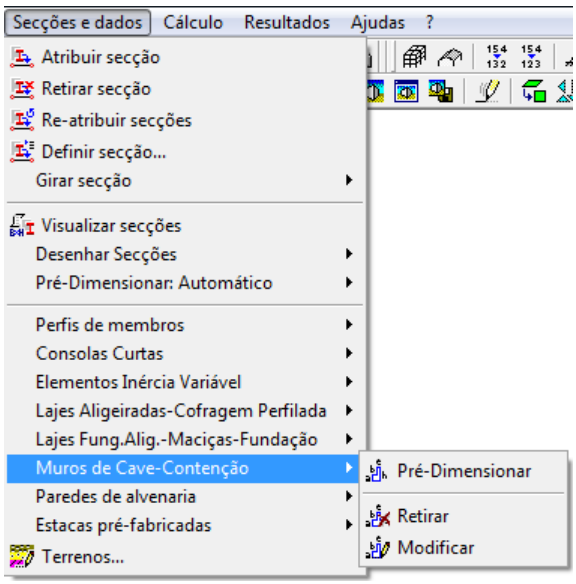



Figura 65: Tipos de posicionamento de muros.

| | |
|---|---|
| **Dar Nome...** | Esta função permite mudar o nome de um muro, introduzindo um novo nome com um máximo de quatro caracteres alfanuméricos. |
| **Desenhar Muro** | Esta função activa ou desactiva o desenho do contorno do muro e da respectiva sapata. |
| **Desenhar Eixos** | Esta função activa ou desactiva o desenho dos eixos de referência XYZ de cada muro. |
| **Desenhar Nome** | Esta função activa ou desactiva o desenho de uma legenda no centro do muro, onde se indica o nome dado. Só é possível visualizar esta informação se estiver activada a função **...>Desenhar Muro.** |

# O submenu *Secções>Muros de Cave-Contenção*




Tricalc-6 permite pré-dimensionar manualmente as várias espessuras do muro nos vários troços em altura, assim como a altura e a dimensão horizontal da respectiva sapata.

Se os muros não se pré-dimensionarem antes do cálculo, a função **Geometria>verificar** mostra a seguinte mensagem **"Muro(s) NÃO pré-dimensionado(s). Pré-dimensionar"**.

No pré-dimensionamento automático da espessura de cada altura, utiliza-se um valor igual à décima parte da altura de cada segmento.

| | |
|---|---|
| **Pré-dimensionar** | Esta função mostra uma caixa de diálogo na qual se introduzem os valores das espessuras do muro às diferentes alturas, além da altura e da base da ponteira da sapata do muro. Se o pré-dimensionamento dado for suficiente, o programa resolverá a armadura com os valores de dimensões introduzidas. Caso contrário, estas serão aumentadas automaticamente. |
| **Retirar** | Com esta função, podem-se retirar as opções de pré-dimensionamento atribuídas anteriormente |
| **Modificar** | Esta função permite modificar o dimensionamento de um muro de cave já calculado, sem perder os cálculos. Equivale ao retoque manual das dimensões do muro depois do cálculo. |

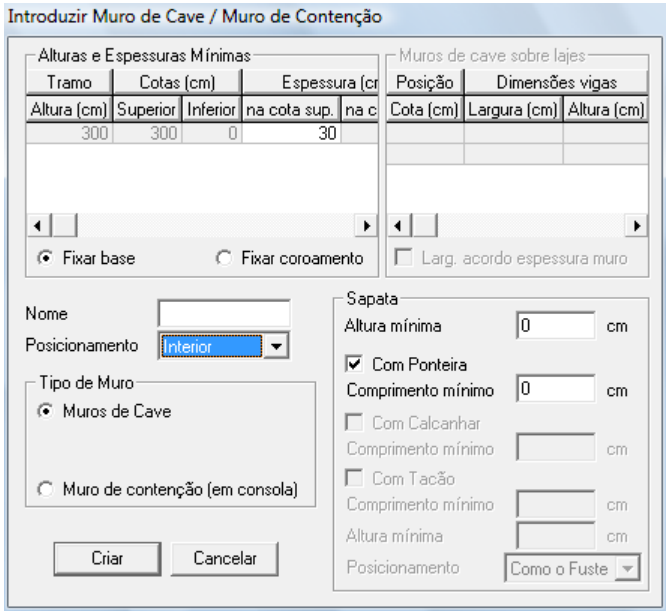



Figura 66: Introdução e Modificação de Muros de Cave e Contenção

## Pré-dimensionamento de Muros de Cave e de Contenção

Ao definir (Geometria>Muros de Cave-Contenção>introduzir...) o pré-dimensionamento (Secções>Muros de Cave-Contenção>Pré-Dimensionar) num muro de cave ou contenção, aparece uma caixa de diálogo como a da Figura 66 onde se podem indicar as dimensões mínimas que deve ter o muro e se pretendemos utilizar calcanhar, tacão ou ponteira.

Também permite fixar o posicionamento do muro e a posição do tacão. Os muros de cave não podem ter calcanhar nem tacão.

## Considerações sobre os impulsos do terreno

Os valores das densidades e do ângulo de atrito interno do terreno condicionam os seus coeficientes de impulso, que são os que se utilizam para o cálculo do impulso horizontal e vertical sobre o muro. Da adequação desses valores à realidade depende a correcta modelação do estado de acções impostas ao muro.

Os muros de cave apresentam diferenças consideráveis face aos muros de contenção. Não só recebem os impulsos do terreno, como suportam acções verticais transmitidas pelos pilares da estrutura e frequentemente também pelas lajes dos vários pisos. Além desta diferença, existe outra fundamental, que é o facto do muro de cave não trabalhar em consola, mas sim apoiado ao nível das lajes da estrutura.

Neste estado, a deformabilidade do muro é muito pequena, pelo que o terreno pode considerar-se sem deslocamentos, ou seja, na situação de impulso em repouso.

Pelo contrário, os muros de contenção em consola suportam o impulso do terreno à custa da deformação (flexão) apreciável, pelo que se considera que o impulso do terreno é activo (de valor bastante menor ao impulso em repouso).

Na prática, os muros de cave nem sempre suportam este impulso em repouso: para avaliar o estado do terreno correcto, deve decidir se o muro será cofrado nas duas faces ou se será cofrado contra o terreno.

## Muro Cofrado nas Duas Faces.

Neste caso, o muro constrói-se cofrando as suas duas faces e uma vez executadas tanto o muro como as lajes, procede-se ao enchimento a tardoz, geralmente com material granular que permita a drenagem. O impulso provém então do próprio enchimento.

Se o muro é cofrado nas duas faces, incluindo em muros de grande rigidez, não se produz a situação de impulso em repouso, mas simplesmente a de impulso activo, ou uma situação de impulso muito próxima desta. Isto deve-se a que, na maioria das vezes o enchimento a tardoz ser apenas moderadamente compactado.

Convém recordar que a situação de impulso em repouso é mais desfavorável que a de impulso activo. Por exemplo, para um terreno com um ângulo de atrito interno de 30º, o coeficiente de impulso em repouso (Rankine) é 1-sen30 = 0,5 , enquanto o coeficiente de impulso activo é (1-sen30)/(1+sen30) = 0,33. Neste caso, para efeitos da avaliação do impulso horizontal do terreno, considerá-lo em repouso é 1,50 vezes mais desfavorável do que considerá-lo como activo.

O sistema de cofragem nas duas faces do muro, sempre que seja possível é mais recomendável do que betonar contra o terreno: permite o estabelecimento de um sistema de drenagem e um melhor controlo da espessura de betão e da colocação das armaduras.

Em qualquer caso, se o muro se constrói cofrado pelas duas faces, há que cuidar de não efectuar o enchimento do terreno até que se tenham construído os elementos horizontais de apoio. Se tiver de enchê-lo antes da construção desses elementos, deve colocar-se em obra, previamente, um sistema auxiliar de contenção, já que estas são as hipóteses de cálculo do muro.

### Muro Cofrado Contra o Terreno

Neste caso é o terreno original, totalmente compactado, que provoca os impulsos no muro. Portanto, o terreno encontra-se em situação de impulso em repouso, notavelmente mais desfavorável que a situação de impulso activo.

É indispensável, portanto, colocar em obra os apoios convenientes até que as lajes ou vigas possam estabilizar o muro face ao derrubamento e/ou deslizamento, uma vez que estes elementos suportam as acções provocadas pelo impulso lateral do terreno.

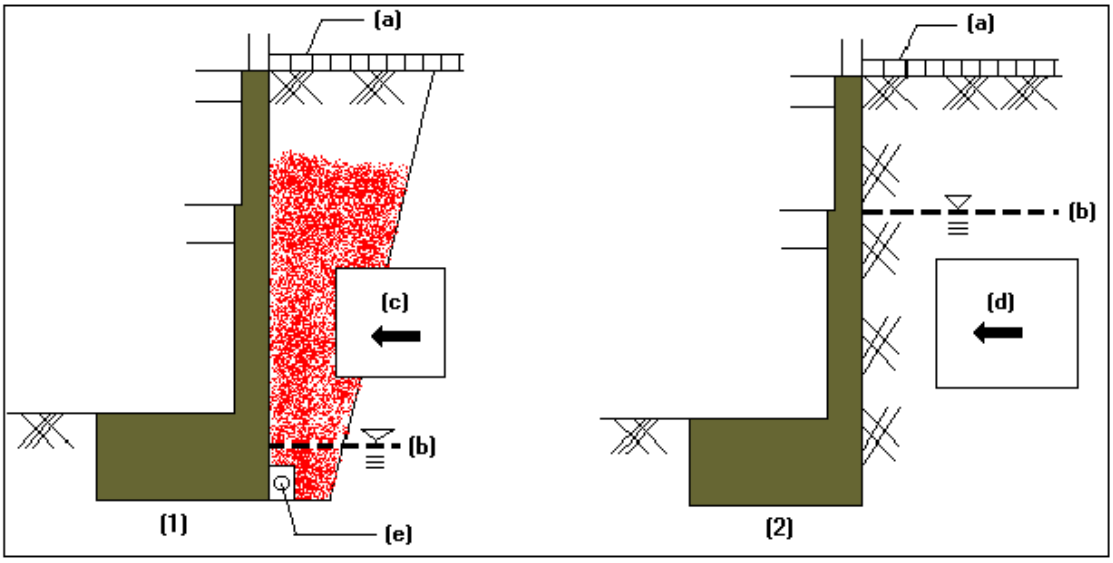
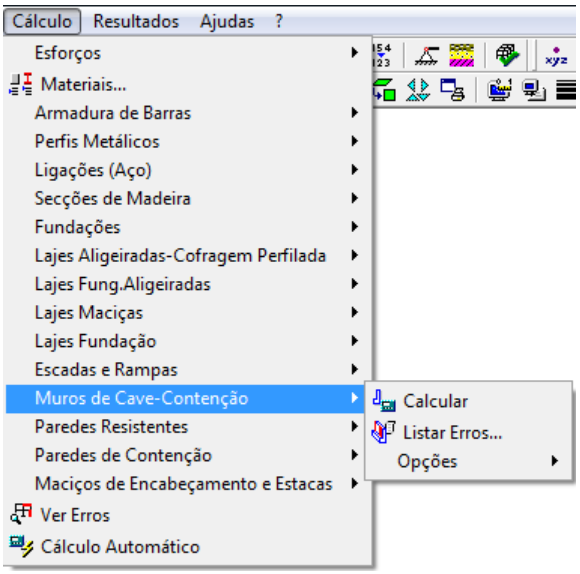
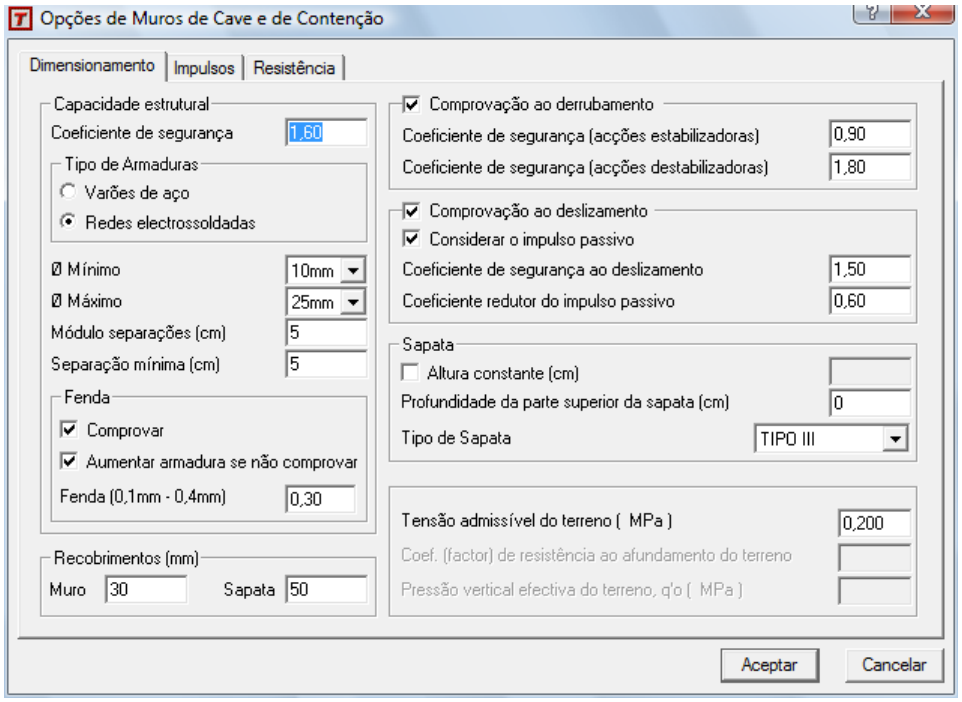



Figura 67: Muro cofrado. (1)Muro cofrado nas duas faces, (2)muro cofrado contra o terreno, (a)sobrecarga, (b)nível freático, (c)impulso activo, (d)impulso em repouso, (e)drenagem.

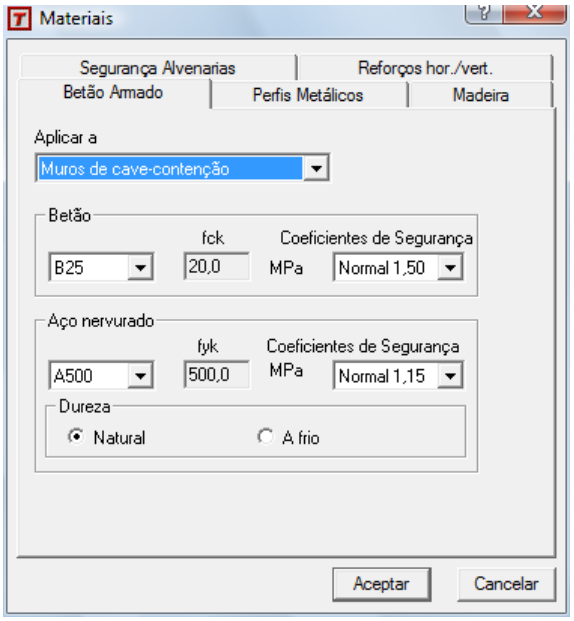
## O submenu *Cálculo>Muros de Cave-Contenção*




Este submenu permite calcular os muros de cave e de contenção introduzidos na estrutura. As opções relativas ao cálculo podem ser gerais, para todos os muros da estrutura ou particulares para cada muro.

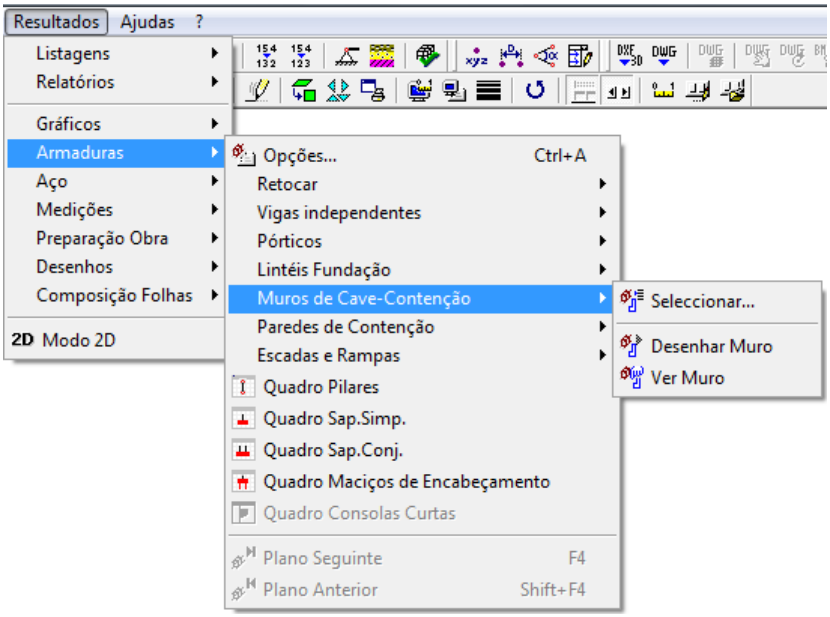



| Função | Descrição |
|---|---|
| **Opções>Gerais...** | Esta função mostra uma caixa de diálogo onde se podem definir os valores que incidem no cálculo de todos os muros da estrutura que não tenham atribuídas opções de cálculo particulares. Para mais informações sobre estas opções pode consultar o manual de instruções. |
| **Opções>Atribuir...** | Esta função permite atribuir opções particulares para o cálculo de um muro. Ao executar esta função, acede-se à mesma caixa de diálogo da função **...>Opções>Gerais...**, podendo-se definir os seus valores. Posteriormente, selecciona-se graficamente o muro. |
| **Opções>Retirar** | Com esta opção, eliminam-se as opções particulares de cálculo que estivessem atribuídas a esse muro, que passa a estar sujeito às opções definidas como gerais. |
| **Opções>Ver** | Permite ver e modificar as opções particulares de cálculo de um muro, seleccionando-o graficamente. |
| **Materiais...** | Esta função mostra a caixa de diálogo onde se podem definir os materiais para os muros de cave e de contenção, assim como os coeficientes de segurança dos respectivos materiais. Estes materiais são independentes dos outros elementos da estrutura. |

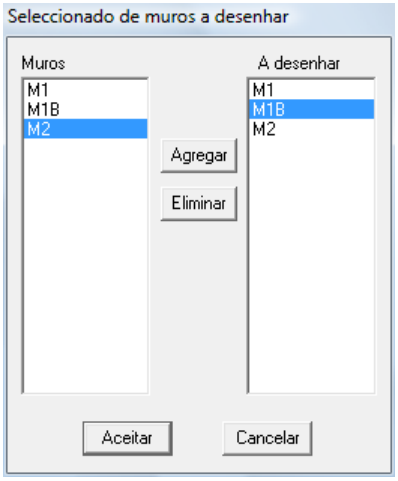



| | |
|---|---|
| **Calcular** | Esta função calcula os muros de cave e de contenção, considerando as opções gerais e particulares definidas. |

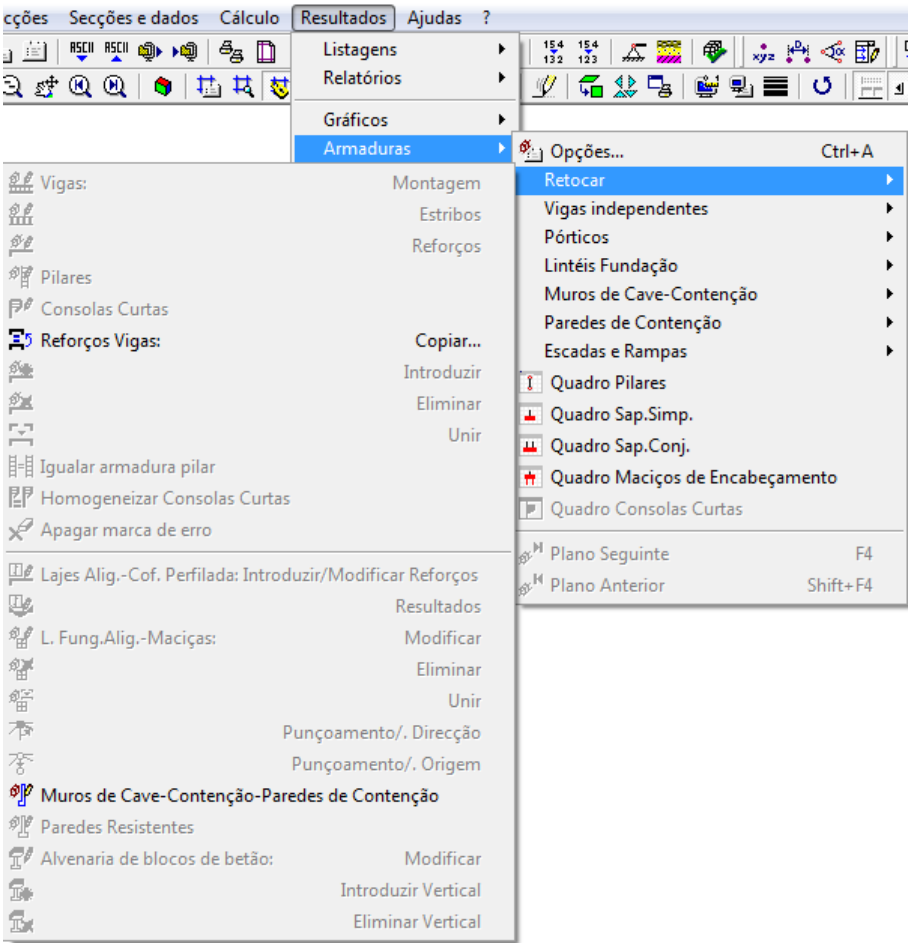
## O submenu *Resultados>Armaduras>Muros de Cave-Contenção*



Tricalc elabora os desenhos das armaduras dos muros de cave, apresentando um corte da secção do muro cotada com a pormenorização de armaduras e acompanhada de um quadro no qual se especificam os diâmetros e as separações de armaduras, tanto para varões de aço como para redes de malhas electrossoldadas.

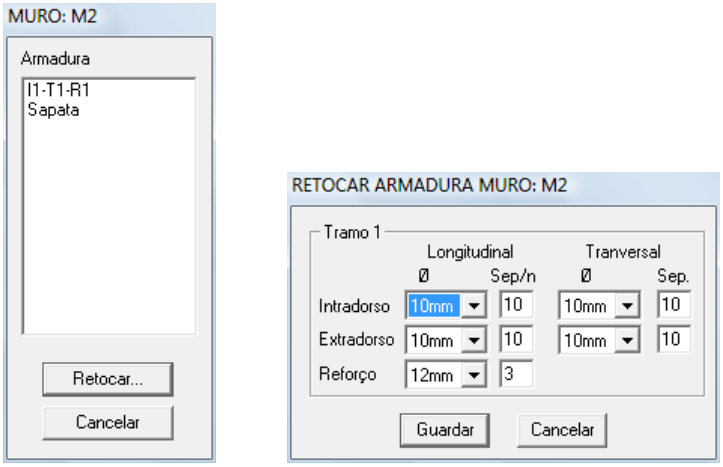
| Função | Descrição |
|---|---|
| **Seleccionar...** | Esta função permite aceder a uma caixa de diálogo na qual se podem seleccionar os muros cujos desenhos de armaduras se querem obter. Pressionando os botões **Agregar** e **Eliminar**, pode-se decidir quais são os muros a desenhar.   |
| **Desenhar Muro** | Esta função gera o desenho de armaduras do primeiro muro seleccionado. |
| **Muro Anterior** | Mostra o desenho de armaduras do muro anterior, na listagem de muros seleccionados. |
| **Muro Seguinte** | Mostra o desenho de armaduras do muro seguinte. |
| **Ver Muro** | Esta função gera o desenho de armaduras do muro que se seleccione graficamente. É necessário que esse muro se encontre na lista de muros seleccionados da função **...>Seleccionar....** |

# A função *Resultados>Armaduras>Retocar>Muros de Cave-Contenção*



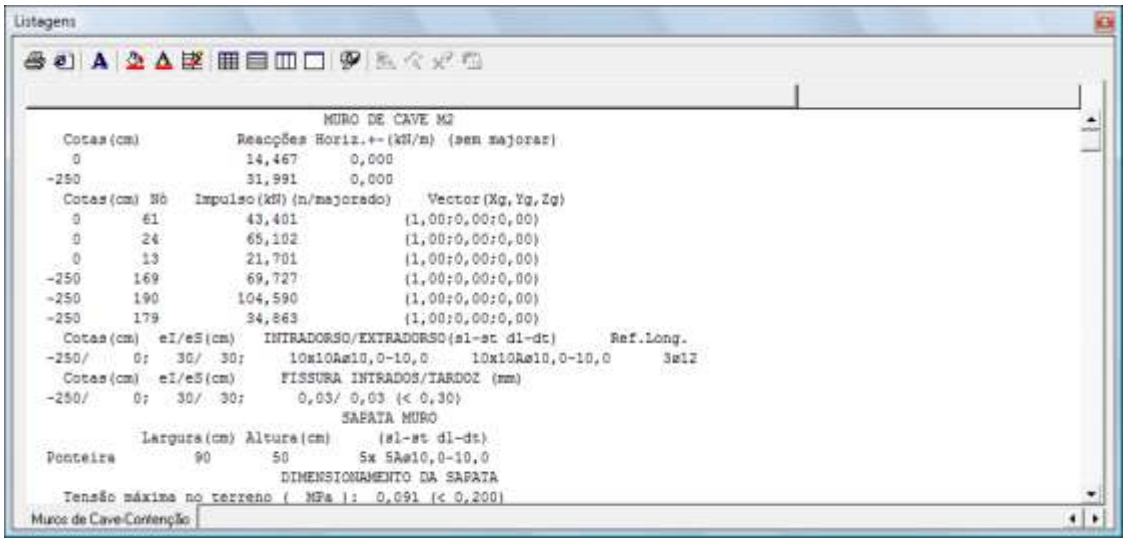

Esta função permite aceder a uma caixa de diálogo na qual se podem retocar as armaduras dos muros. O retoque realiza-se modificando os valores, para cada segmento de muro, dos diâmetros e das separações de armaduras longitudinal, transversal e da armadura de reforço (do topo do muro). Também é possível modificar a armadura da sapata do muro.

O retoque da armadura de muros de cave não é comprovado pelo programa. É da responsabilidade do utilizador e fica ao seu critério.




## A função *Resultados>Listagens>Muros de Cave-Contenção*

Esta função gera uma listagem com as armaduras do muro de cave, tendo-se em conta as opções definidas mediante a função **Resultados>Listagens>Opções...** (capítulo 7).


Listagens
MURO DE CAVE M2
Cotas(cm) Reacções Horiz.+-(kN/m) (sem majorar)
0 14,467 0,000
-250 31,991 0,000
Cotas(cm) Nó Impulso(kN)(n/majorado) Vector(Xg,Yg,Zg)
0 61 43,401 (1,00;0,00;0,00)
0 24 65,102 (1,00;0,00;0,00)
0 13 21,701 (1,00;0,00;0,00)
-250 169 69,727 (1,00;0,00;0,00)
-250 190 104,590 (1,00;0,00;0,00)
-250 179 34,863 (1,00;0,00;0,00)
Cotas(cm) eI/eS(cm) INTRADORSO/EXTRADORSO(sl-st dl-dt) Ref.Long.
-250/ 0; 30/ 30; 10x10As10,0-10,0 10x10As10,0-10,0 3s12
Cotas(cm) eI/eS(cm) FISSURA INTRADOS/TARDOZ (mm)
-250/ 0; 30/ 30; 0,03/ 0,03 (< 0,30)
SAPATA MURO
Largura(cm) Altura(cm) (sl-st dl-dt)
Ponteira 90 50 5x 5As10,0-10,0
DIMENSIONAMENTO DA SAPATA
Tensão máxima no terreno ( MPa ): 0,091 (< 0,200)
Muros de Cave-Contenção

A informação mostrada nesta listagem é diferente para o caso dos muros de cave e dos muros de contenção, sendo a seguinte:

| Função | Descrição |
|---|---|
| **Reacções Horiz** | Excepto em muros de cave. O programa mostra, nas diferentes cotas do muro, a reacção (em kg ou kN), pelo facto de considerar o referido muro na vertical, como uma viga contínua onde estudam as diferentes condições de apoio. |

| | |
|---|---|
| **Impulso** | Nos muros de cave são os impulsos que se transmitem à estrutura nos diferentes nós (segundo o vector indicado) a partir das condições de geometria e tipo de terreno definidas. Este valor é listado sem majorar as acções (em kg ou kN).<br>Nos muros de contenção, são os impulsos existentes em cada cota, com sua posição referente ao plano de definição do muro (abcissa), o seu valor (em kg/m$^2$ ou kN/m$^2$) e vector de actuação. |
| **Cotas** | Cotas da base e do topo de cada segmento do muro, referenciadas aos eixos gerais de estrutura. |
| **eI/eS** | Espessuras do muro, para cada segmento, na zona inferior e superior. |
| **Intradorso (Al-At) / Extradorso (Al-At)** | Armadura do intradorso e do extradorso, definida pela separação da armadura longitudinal **Al** e transversal **At** e os diâmetros da armadura longitudinal **dl** e transversal **dt** (em mm). |
| **Ref. Long.** | Reforço longitudinal no topo do muro. Número de varões e seu diâmetro. |

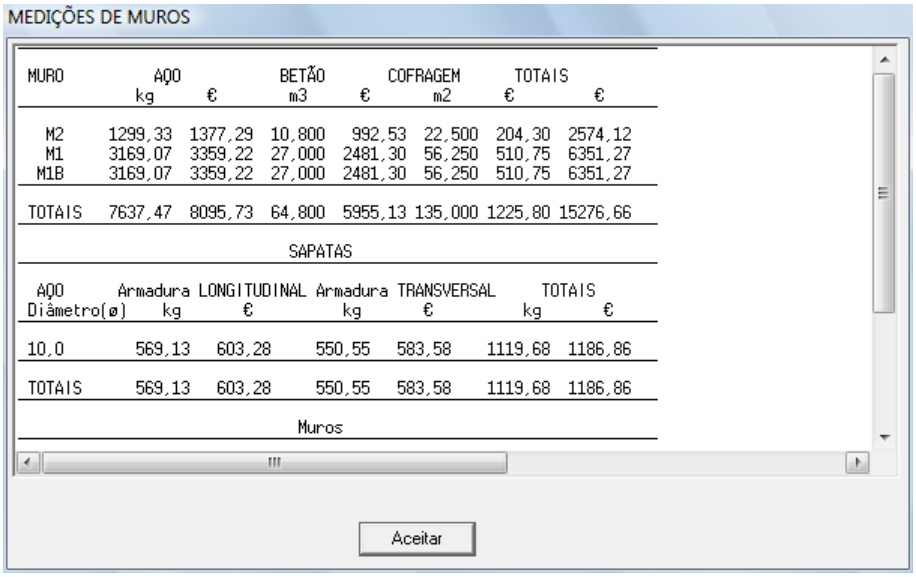
Para a sapata do muro inclui-se a seguinte informação:

| | |
|---|---|
| **Largura** e **Altura** | Largura e altura de cada uma das partes da sapata:<br>ponteira, calcanhar e tacão |
| **(Al-At Al-At)** | Separação da armadura longitudinal e transversal e diâmetros da armadura longitudinal e transversal (em mm). |
| **Tensão terreno** | Tensão máxima no terreno, em kg/cm$^2$ ou Mpa; não deve ser maior que a tensão admissível (que também se indica) |
| **Largura reacção** | Largura da sapata que transmite pressões ao terreno. Em muros de cave será a totalidade da sapata. Em muros de contenção será normalmente uma fracção da largura total da sapata. |
| **Segurança ao derrubamento** | Exclusivo para os muros de contenção. Quando se activa a comprovação ao derrubamento é o coeficiente de segurança ao derrubamento do muro, que deve ser superior ao fixado nas opções, que também se indica. |
| **Segurança ao deslizamento** | Exclusivo para muros de contenção. Quando se activa a comprovação ao deslizamento é o coeficiente de segurança ao deslizamento do muro, que deve ser superior a 1 sem considerar o impulso passivo sobre a sapata do muro e superior ao fixado nas opções se estiver considerado o impulso passivo. |

## A função *Resultados>Medições>Muros de Cave-Contenção*

TricalC**.6** realiza a medição do betão e aço necessários para o muro de cave ou contenção e respectiva sapata. Também mede a superfície vertical do muro para calcular a cofragem necessária.

Na caixa de diálogo da função **Resultados>Medições>Opções...** pode definir as opções de apresentação das medições (capítulo 7).


MEDIÇÕES DE MUROS

| MURO | AÇO | | BETÃO | | COFRAGEM | TOTAIS | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | kg | € | m3 | € | m2 | € | € |
| M2 | 1299,33 | 1377,29 | 10,800 | 992,53 | 22,500 | 204,30 | 2574,12 |
| M1 | 3169,07 | 3359,22 | 27,000 | 2481,30 | 56,250 | 510,75 | 6351,27 |
| M1B | 3169,07 | 3359,22 | 27,000 | 2481,30 | 56,250 | 510,75 | 6351,27 |
| TOTAIS | 7637,47 | 8095,73 | 64,800 | 5955,13 | 135,000 | 1225,80 | 15276,66 |

SAPATAS

| AÇO | Armadura LONGITUDINAL | | Armadura TRANSVERSAL | | TOTAIS | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Diâmetro(ø) | kg | € | kg | € | kg | € |
| 10,0 | 569,13 | 603,28 | 550,55 | 583,58 | 1119,68 | 1186,86 |
| TOTAIS | 569,13 | 603,28 | 550,55 | 583,58 | 1119,68 | 1186,86 |

Muros

Aceitar

Nesta listagem de medições, mostram-se em primeiro lugar os totais de medição de aço, betão e cofragem do muro. Em seguida, discretizam-se as medições do aço, segundo cada diâmetro utilizado nas armaduras longitudinais e nas transversais.

# Capítulo 14

# Lajes Fungiformes Aligeiradas e Lajes Maciças

**INTRODUÇÃO**

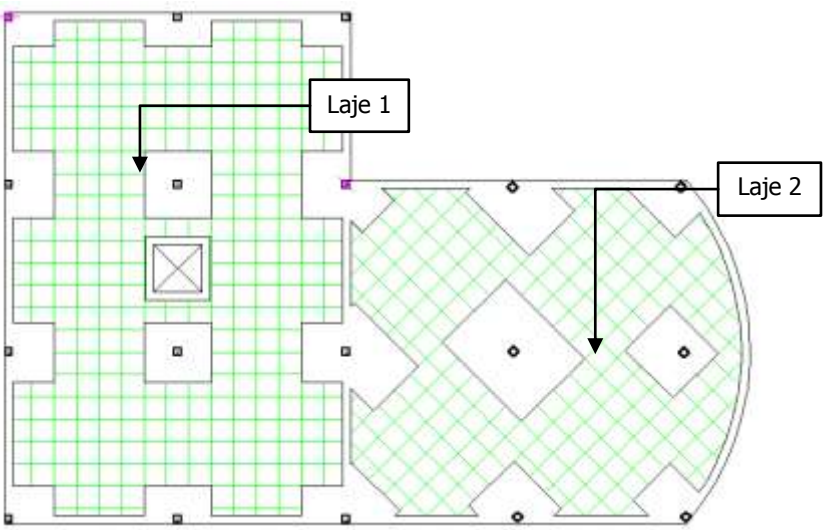
- Neste capítulo explica-se a forma de introduzir, atribuir opções e calcular lajes fungiformes aligeiradas e lajes maciças, utilizando os módulos Tricalc.7 e Tricalc.8, respectivamente. Também se explicam as funções para a modificação e ampliação das bases de dados de lajes fungiformes aligeiradas e de fichas de vigas em laje.

**OBJECTIVOS**

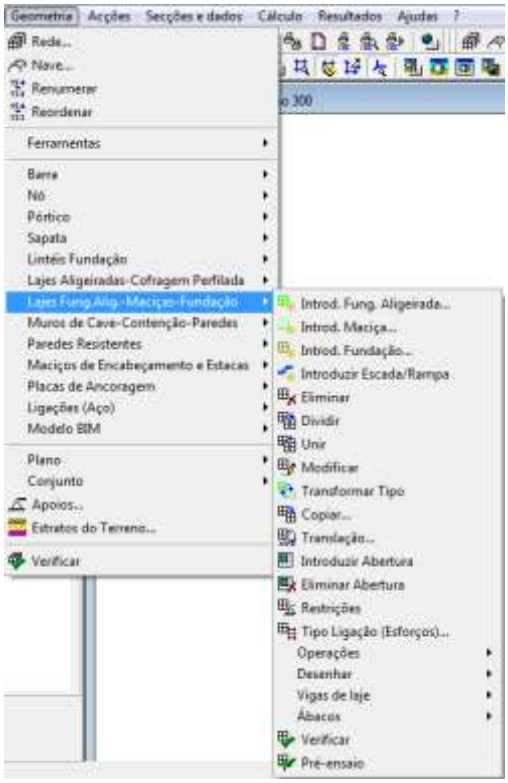
- O utilizador será capaz de introduzir lajes fungiformes aligeiradas e lajes maciças na estrutura, assim como atribuir-lhes uma altura ou uma das fichas de fabricantes das existentes na base de dados (no caso das fungiformes aligeiradas). Aprenderá também a definir os valores necessários para ampliar esta base. Por último, poderá calcular as lajes introduzidas, e obter os resultados gráficos e numéricos necessários.

## Definições prévias

| | |
|---|---|
| **Plano de laje** | É um plano da estrutura, horizontal ou inclinado, que contém uma ou várias lajes, sejam aligeiradas, fungiformes aligeiradas ou maciças. |
| **Laje** | É uma zona dentro do **plano de laje** que se caracteriza por:<br>Ter, em toda a zona, a mesma ficha de laje, no caso das lajes aligeiradas, fungiformes aligeiradas, ou a mesma altura e características, no caso das lajes maciças.<br>Ter a mesma direcção das nervuras.<br>Ter as mesmas acções superficiais, e as mesmas hipóteses de acções. |




## O submenu *Geometria>Lajes Fung. Alig.-Maciças-Fundação*

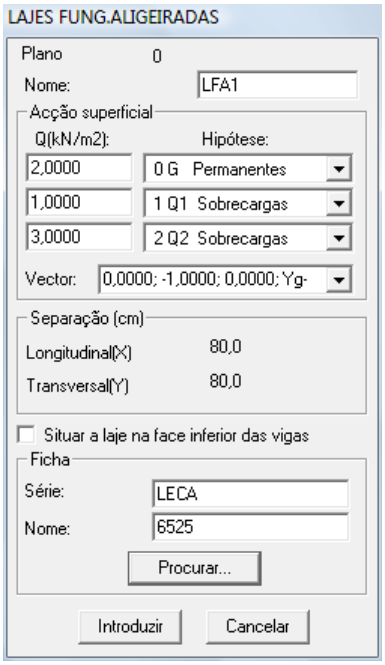


Dentro deste submenu encontram-se as funções que permitem introduzir, numa estrutura, lajes fungiformes aligeiradas e lajes maciças, assim como vigas em laje interiores e ábacos.

Também se encontram as funções que permitem modificar todos os elementos introduzidos.

## ...>Introd. Fung. Aligeirada...

Esta função permite introduzir uma laje fungiforme aligeirada em qualquer plano da estrutura. Para tal, deve-se activar previamente o plano de trabalho. Ao executar a função, aparece no ecrã a caixa de diálogo **LAJES FUNG. ALIGEIRADAS** onde se podem definir as características da laje a introduzir, assim como as suas acções superficiais. Esta caixa inclui as seguintes opções:



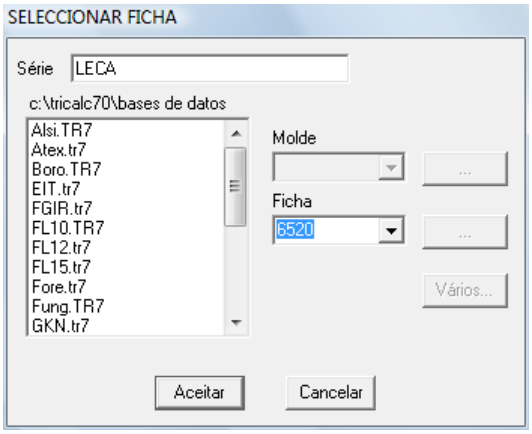

| Opção | Descrição |
|---|---|
| **Plano** | O nome ou a cota do plano de trabalho activado. |
| **Nome** | A denominação escolhida para a laje, com um máximo de oito caracteres. |
| **Acção superficial** | As acções superficiais que actuam na laje, e as hipóteses (códigos das acções) onde se introduzem. Estas acções são as que o programa terá em conta para o cálculo da laje e transmitem-se também à estrutura principal. Podem-se especificar até três valores de acções superficiais em três hipóteses distintas.<br>O peso próprio da laje definido na sua ficha é considerado como uma acção superficial em hipótese 0, pelo que não é necessário introduzir essa acção no campo de **Acção superficial.** |
| **Vector** | Permite definir o vector de aplicação das acções, segundo os eixos gerais. O vector para acções gravíticas é **0;-1;0**. |
| **Separação(cm)** | As separações entre eixos das nervuras longitudinais e transversais. Estes valores são introduzidos pelo programa de forma automática em função da ficha de laje seleccionada. |

| | |
|---|---|
| **Série e Nome** | Ficha escolhida para a laje, de entre as existentes na base de dados. |
| **Situar a laje na face inferior das vigas** | Esta opção quando activada faz a representação da laje alinhada pela face inferior da viga de menor altura. |
| **Procurar...** | Pressionando este botão, acede-se a uma nova caixa de diálogo, onde se podem visualizar as bases de dados de lajes fungiformes aligeiradas existentes, podendo-se seleccionar a ficha a utilizar. Nesta caixa só existe a possibilidade de se escolher a ficha, estando desta forma desactivado o acesso à visualização e alteração das características das fichas. |

Uma vez definidos todos os valores da caixa de diálogo **LAJES FUNG. ALIGEIRADAS,** o processo de introdução da laje é o seguinte:

- Seleccionam-se graficamente **todos** os nós do polígono da laje da forma habitual, pressionando com o botão esquerdo do rato sobre nós da estrutura, ou com o botão direito em qualquer outro ponto da malha, de modo a que o contorno da laje fique todo com a cor vermelha. Os pontos devem-se indicar segundo o sentido dos ponteiros do relógio.

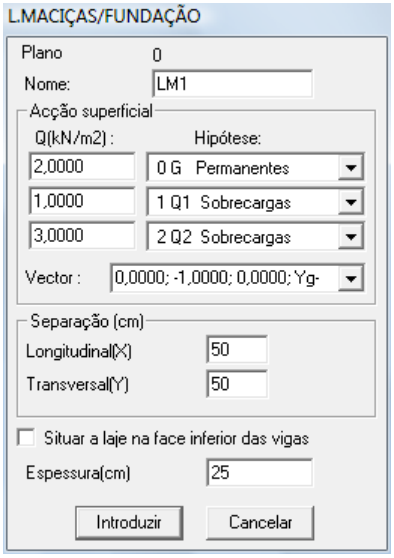
  Também é possível definir aberturas na laje depois da introdução desta, utilizando a função **Geometria>Lajes Fung. Alig.-Maciças-Fundação>Introduzir Abertura**.
- Uma vez finalizada a delimitação do polígono, pressiona-se a tecla **Esc** ou o ícone **Cancelar**.
- Na zona inferior direita da barra de ajuda aparece a mensagem **DEFINIR DIRECÇÃO**. Seleccionam-se então dois pontos que definam uma das direcções das nervuras da laje (a direcção X). A direcção Y é automaticamente perpendicular à direcção X.




O programa representa, mediante linhas contínuas de cor verde, os eixos das nervuras da laje fungiforme aligeirada, com a separação definida na respectiva ficha.

## ...>Introd. Maciça...

Esta função permite introduzir uma laje maciça em qualquer plano da estrutura. Para tal, deve-se activar previamente o plano de trabalho. Ao executar a função, aparece a caixa de diálogo **L. MACIÇAS/FUNDAÇÃO**, onde se podem definir as características da mesma, assim como as acções superficiais actuantes. As opções desta caixa têm o mesmo significado que as expostas na função **...>Introd. Fung. Aligeirada...,** excepto as seguintes:




| | |
|---|---|
| **Separação(cm)** | No caso das lajes maciças, ao não existir realmente nervuras, as separações longitudinal e transversal que se indicam, afectarão a discretização da laje, já que a laje maciça se discretiza numa grelha de barras separadas em função destes valores de separação. O programa por defeito toma o valor de 50cm em cada direcção. Podem-se aumentar ou diminuir estes valores em função do tipo de estrutura, e da precisão dos resultados que se deseja obter. Em qualquer caso há que ter em conta que, para valores pequenos da discretização, aumenta o número de barras e consequentemente o tempo de cálculo. |
| **Situar a laje na face inferior das vigas** | Esta opção quando activada faz a representação da laje alinhada pela face inferior da viga de menor altura. |
| **Altura** | A altura da laje maciça, em cm. |

Uma vez definidos os valores da caixa de diálogo, para introduzir a laje maciça pressiona-se o botão **Introduzir** e define-se a sua geometria do modo habitual. As direcções X e Y das **nervuras** devem ser seleccionadas em função da geometria da estrutura, tratando-se de que coincidam com as linhas principais de flexão, geralmente paralelas aos lados do polígono exterior.

O programa representa, mediante linhas a tracejado de cor verde, os eixos das nervuras de cálculo da laje maciça, de acordo com a separação definida.

| Função | Descrição |
|---|---|
| **Eliminar** | Esta função permite eliminar lajes fungiformes aligeiradas ou lajes maciças. Para tal, deve-se activar previamente o plano de trabalho que contém a laje. Depois de executar a função, selecciona-se graficamente a laje a eliminar. |
| **Dividir** | Esta função permite dividir uma laje fungiforme aligeirada ou maciça em duas partes. Para tal, selecciona-se graficamente a laje a dividir, e marcam-se os vértices da primeira das duas lajes que se obterão (**só é possível marcar vértices já existentes**, com o botão esquerdo do rato). Ao fechar o polígono (marcando de novo o vértice inicial), aparece a caixa de diálogo onde se definem as características desta primeira laje e as suas acções. |

A segunda laje é definida automaticamente na zona restante da laje original, mantendo as suas características.

**Unir** Esta função realiza a operação contrária à anterior. Permite a união de duas lajes adjacentes numa só. Para tal, devem-se seleccionar graficamente as duas lajes. As características da primeira laje que se selecciona são as que se aplicam na laje resultante.

**Modificar** Com esta função, podem-se mudar as características das lajes fungiformes aligeiradas ou das lajes maciças, definidas mediante as funções **...>Introd. Fung. Aligeirada...** ou **...>Introd. Maciça....**

**Copiar...** Esta função permite copiar ou mover lajes fungiformes aligeiradas ou lajes maciças entre os diferentes planos definidos na estrutura. Ao executar a função, aparece uma caixa de diálogo que mostra uma relação dos planos existentes e das lajes fungiformes aligeiradas e/ou das lajes maciças introduzidas em cada um deles. Para copiar ou mover uma ou várias lajes, na listagem **Do Plano** selecciona-se o plano de origem, na listagem **Lajes** seleccionam-se as lajes a copiar ou mover, e na listagem **Planos** selecciona-se o plano ou planos de destino. Por último, pressiona-se o botão **Copiar** ou **Mover**.

**Translação...** Nos casos em que uma estrutura tenha vários pisos iguais de lajes fungiformes aligeiradas ou de lajes maciças, pode-se utilizar esta função para realizar várias cópias de uma laje tipo. Ao executar a função, aparece uma caixa de diálogo onde se solicita o vector de translação da laje, assim como o número de cópias a realizar.

Se a opção de **Copiar Nós** está activada, produz-se uma cópia da laje e dos seus nós, se estiver desactivada, produz-se uma translação da laje. A opção **Criar Barras** permite gerar novas barras entre os nós originais e os obtidos a copiar.

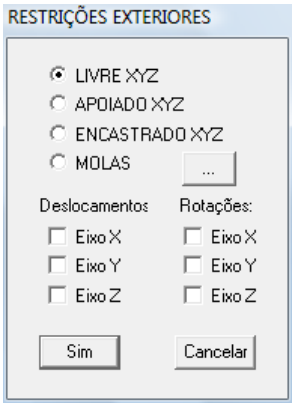
Ao pressionar o botão **Translação,** selecciona-se graficamente a laje a copiar ou mover.

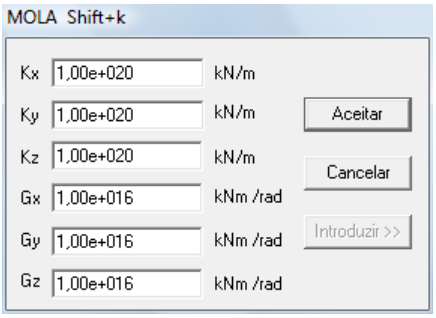
**Introduzir Abertura** Esta função permite introduzir uma abertura numa laje fungiforme aligeirada ou numa laje maciça. O processo a seguir é o seguinte: activa-se o plano onde se encontra a laje, selecciona-se graficamente a laje e marcam-se os vértices que definem a abertura.

**Eliminar Abertura** Com esta função podem-se eliminar as aberturas de uma laje fungiforme aligeirada ou de uma laje maciça, seleccionando-as graficamente.

**Encastramentos**

Esta função permite definir diferentes condições de apoio nos lados de uma laje fungiforme aligeirada ou de uma laje maciça. Ao executá-la, selecciona-se graficamente o lado a modificar, aparecendo em seguida uma caixa de diálogo onde se podem restringir as rotações segundo os eixos $X_G$ e $Z_G$ e/ou o deslocamento segundo o eixo $Y_G$. A opção **MOLAS** permite definir apoios elásticos, podendo-se indicar a constante da mola ao deslocamento no eixo $Y_G$ (em kg/cm ou kN/m) e à rotação nos eixos $X_G$ e $Z_G$ (em kg·cm/rad ou kN·m/rad). Nos três casos, os valores indicam-se por metro linear do lado da laje.



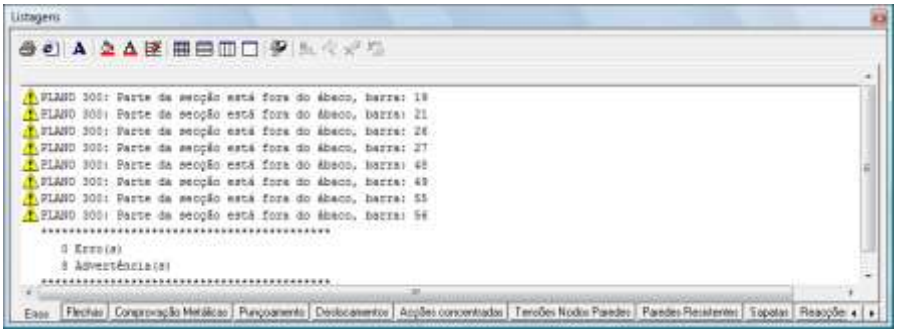

**Apoio de lajes fungiformes aligeiradas ou de lajes maciças sobre muros de cave**

O programa permite definir lajes fungiformes aligeiradas ou lajes maciças apoiadas sobre muros de cave. As acções do terreno são transmitidas desta maneira, através das nervuras da laje, para a estrutura.

**Importante:** Os nós da laje que apoiam directamente sobre o muro, adoptam por defeito uma condição de apoio na qual se invalida o deslocamento segundo o eixo $Y_G$. O utilizador poderá decidir se a hipótese utilizada por defeito no cálculo é válida ou não, consoante a solução construtiva a adoptar. Se pretender alterar deve utilizar esta função para modificar a condição de apoio de todos os bordos da laje em contacto com o muro.

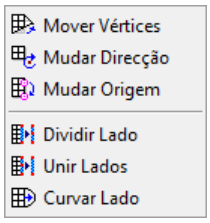
**Verificar**

Esta função realiza uma verificação dos dados relativos às lajes fungiformes aligeiradas e às lajes maciças introduzidas na estrutura. O tipo de verificações desta função são, por exemplo, falta de definição de ábacos nas lajes, falta de pré-dimensionamento das vigas de laje introduzidas, se parte da secção do pilar está fora da zona do ábaco, etc.


Listagens
PLANO 301: Parte da secção está fora do ábaco, barra: 19
PLANO 301: Parte da secção está fora do ábaco, barra: 21
PLANO 301: Parte da secção está fora do ábaco, barra: 26
PLANO 301: Parte da secção está fora do ábaco, barra: 27
PLANO 301: Parte da secção está fora do ábaco, barra: 48
PLANO 301: Parte da secção está fora do ábaco, barra: 49
PLANO 301: Parte da secção está fora do ábaco, barra: 55
PLANO 301: Parte da secção está fora do ábaco, barra: 56
0 Erro(s)
8 Advertência(s)
Eixos
Flechas
Comprovação Metálicos
Punçoamento
Deslocamentos
Acções concentradas
Tensões Nodais Paredes
Paredes Resistentes
Sapatas
Reacções

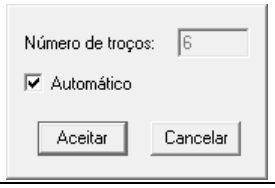
| | |
|---|---|
| **Pré-Ensaio** | Esta função realiza um estudo aproximado das lajes fungiformes aligeiradas e das lajes maciças, antes do cálculo de esforços da estrutura e da armadura. Este estudo permite prever a necessidade de aumentar a altura da laje por problemas de punçoamento ou a necessidade de se aumentar o tamanho dos ábacos se não se utilizar armadura transversal nas nervuras. Logicamente, o pré-ensaio é realizado quando a geometria das lajes e o seu estado de acções estiver completamente definido. |

## O submenu *Geometria>Lajes Fung. Alig. – Maciças-Fundação >Operações*




Dentro deste submenu encontra-se um grupo de funções que permitem mudar a geometria das lajes fungiformes aligeiradas e das lajes maciças já introduzidas. São as seguintes:

| Função | Descrição |
|---|---|
| **Mover Vértices** | Com esta função pode-se modificar a posição dos vértices do polígono da laje. Depois de executar a função, selecciona-se o vértice a mover e marcam-se dois pontos que definam o vector de deslocamento. |
| **Mudar Direcção** | Esta função permite mudar a direcção das nervuras numa laje fungiforme aligeirada ou numa laje maciça, marcando dois pontos que indiquem a nova direcção X. |
| **Mudar Origem** | A origem da laje é o ponto a partir do qual se começa a colocar as nervuras de acordo com as respectivas separações (nas duas direcções) entre eixos de nervuras. Por defeito, o programa coloca a origem da laje no primeiro ponto utilizado para a sua definição, mas com esta função, é possível colocar essa origem em qualquer outro ponto da laje, ou do plano. Para optimizar a modelação da estrutura deve-se colocar em cada plano as origens de todas as lajes num mesmo ponto e na mesma prumada vertical, que seja comum a todas as lajes. |
| **Dividir Lado** | Esta função permite introduzir um novo vértice num lado da laje (numa viga de laje), dividindo-a em duas partes. |
| **Unir Lados** | Esta função permite unir dois lados que estejam na mesma direcção e tenham um ponto em comum. |
| **Curvar Lado** | Esta função permite dar uma curvatura a um lado do polígono de uma laje fungiforme aligeirada ou a uma laje maciça. Ao executar a função, selecciona-se graficamente o lado a curvar e, deslocando o rato, define-se a curva a obter. A viga de laje deste lado curvo, obtém-se como uma poligonal inscrita no arco definido. É possível definir o número de troços desta poligonal, na caixa de diálogo que aparece para o efeito. A opção **Automático** cria tantos vértices como os pontos de corte que se produzirem entre o arco e as nervuras da laje (Figura 68). |



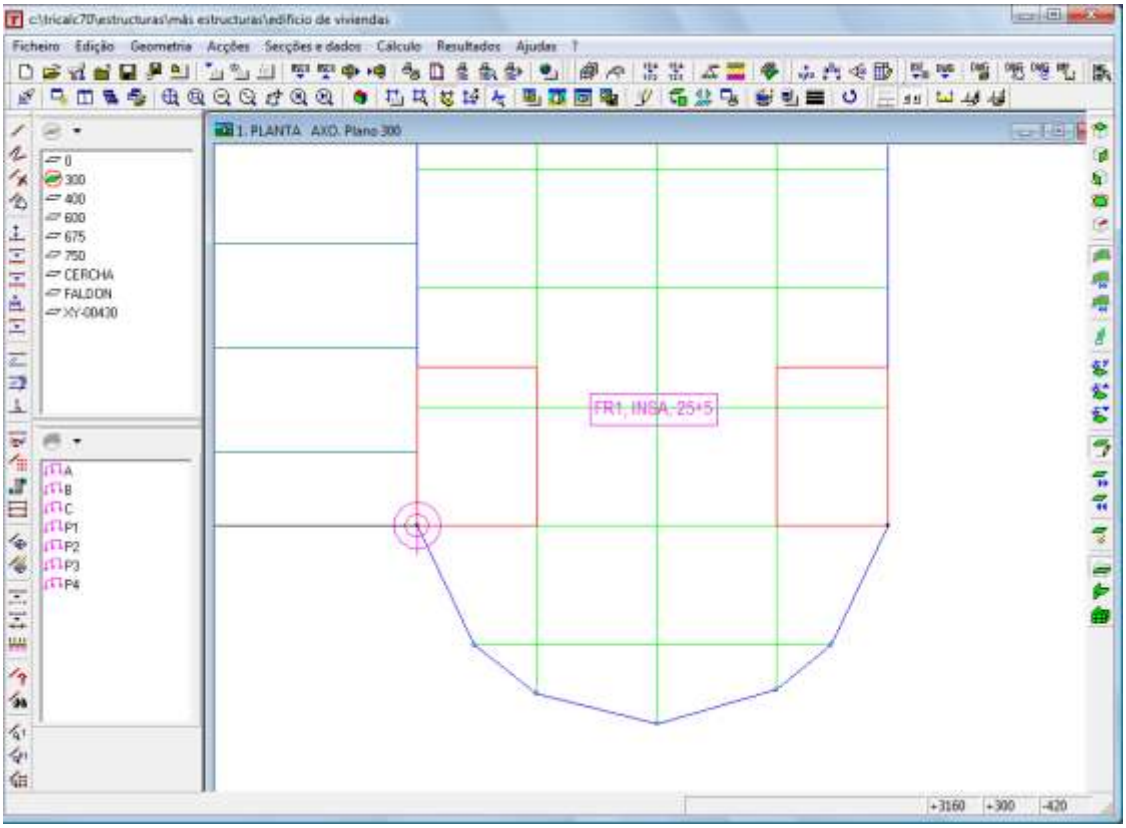
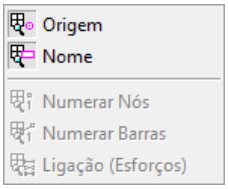




Figura 68: Função Geometria>Lajes Fung. Alig.-Maciças-Fundação>Operações>Curvar Lado.

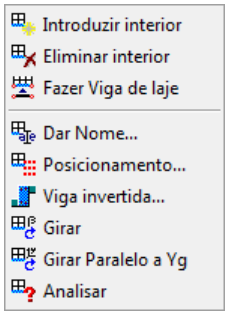
## O submenu Geometria>Lajes Fung. Alig. – Maciças-Fundação>Desenhar




Dentro deste submenu encontra-se um grupo de funções que permitem mostrar informação gráfica acerca das lajes fungiformes aligeiradas e das lajes maciças da estrutura. Inclui as seguintes funções:

| Função | Descrição |
|---|---|
| **Origem** | Esta função activa ou desactiva o símbolo de origem num desenho, em cada laje, este símbolo indica o ponto de colocação da primeira nervura da laje em cada direcção. |
| **Nome** | Esta função activa ou desactiva o desenho em cada laje de uma legenda onde se representa o nome e a ficha ou a altura da mesma. |
| **Numerar Nós** | Esta função só está disponível depois de se calcularem os esforços da estrutura. Activa ou desactiva o desenho dos números de todos os nós das **lajes fungiformes aligeiradas ou das lajes maciças**. O programa interpreta como um nó, cada cruzamento entre nervuras e cada cruzamento das nervuras com as vigas de laje. |
| **Numerar Barras** | Esta função só está disponível depois de se calcularem os esforços da estrutura. Activa ou desactiva o desenho dos números de todas as nervuras da laje. |

## O submenu *Geometria>Lajes Fung. Alig.-Maciças-Fundação>Vigas de Laje*

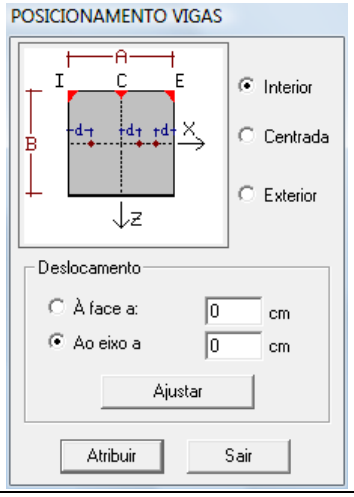



Quando se define uma laje fungiforme aligeirada ou uma laje maciça, o programa cria vigas de laje em todo o seu contorno e também no contorno das aberturas definidas (Figura 69).

Dentro deste submenu encontram-se as funções que permitem modificar as vigas de laje introduzidas automaticamente, assim como definir novas vigas de laje em qualquer zona da laje.

| Função | Descrição |
|---|---|
| **Introduzir Interior** | Esta função permite introduzir uma viga de laje numa laje fungiforme aligeirada ou numa laje maciça. Para tal, deve-se activar previamente o plano em que esteja a laje. A viga de laje introduz-se seleccionando graficamente os seus dois extremos, sejam nós da estrutura ou vértices da laje.<br>Em qualquer caso, se quiser reforçar uma zona de uma laje fungiforme aligeirada ou laje maciça com uma viga, esta deve ser definida como uma viga de laje. |
| **Eliminar** | Esta função permite eliminar uma viga de laje de uma laje fungiforme aligeirada ou de uma laje maciça, seleccionando-a graficamente. |
| **Dar Nome...** | Com esta função, pode-se atribuir um nome até quatro caracteres às vigas de laje de uma laje fungiforme aligeirada ou de uma laje maciça. |
| **Posicionamento...** | Tal como nas barras da estrutura, existem diferentes formas de situar a secção das vigas de laje em relação ao seu eixo. Esta função permite modificar o posicionamento de uma viga de laje. Para tal, na caixa de diálogo **POSICIONAMENTO VIGAS DE LAJE** escolha o tipo de posicionamento (**Interior,** |

**Centrado** ou **Exterior,** ou a uma distância do eixo ou de uma face). Depois de pressionar o botão **Sim,** selecciona-se graficamente a viga de laje. Tal como as barras também é possível **ajustar** o posicionamento das vigas de laje a linhas de um desenho importado.



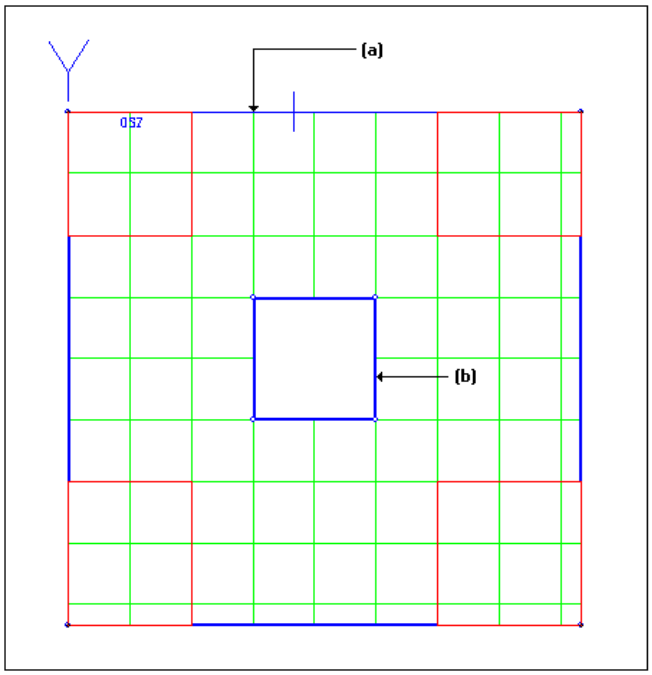
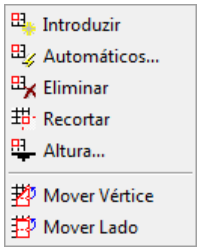




Figura 69: (a)Vigas de laje no seu contorno, (b)vigas de laje no perímetro da abertura.

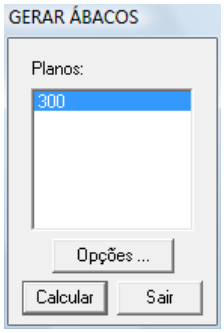
# O submenu *Geometria>Lajes Fung. Alig.-Maciças-Fundação>Ábacos*



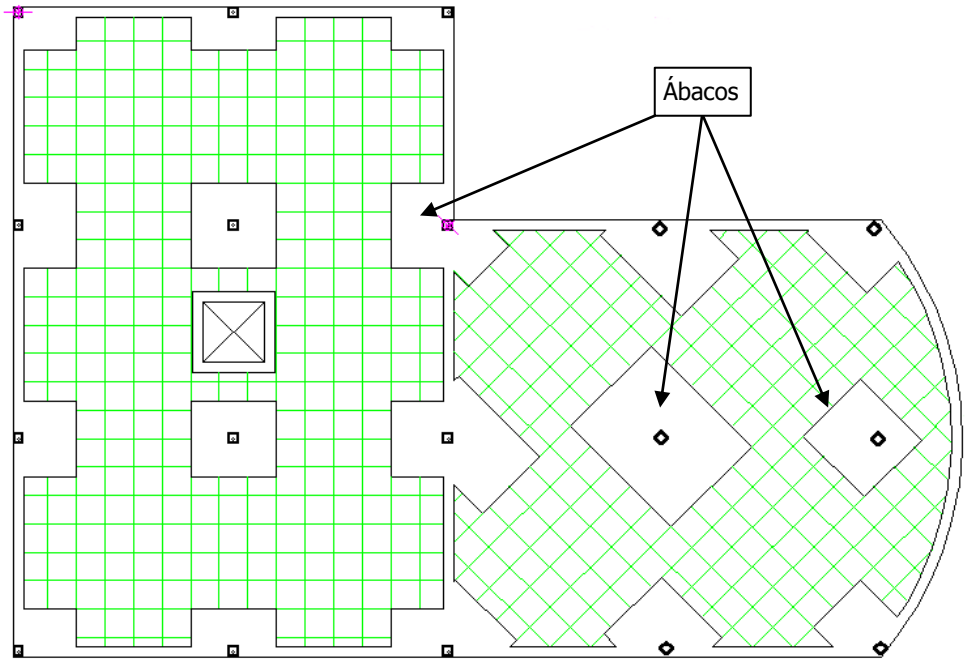

Dentro deste submenu encontram-se as funções que permitem introduzir, modificar e eliminar os ábacos das **lajes fungiformes aligeiradas e das lajes maciças** da estrutura. São permitidos ábacos com altura superior à da laje.

No caso das lajes maciças, pelo facto de não se necessitarem realmente dos ábacos, a utilidade destes é unicamente para delimitar as zonas em que se comprova o punçoamento e não o esforço transverso.

Uma vez introduzida a laje, podem-se definir os ábacos de forma manual, através da função **...>Introduzir,** ou automaticamente com a função **... >Automáticos....**

| Função | Descrição |
|---|---|
| **Introduzir** | Previamente, tem de activar o plano de trabalho no qual se encontra a laje. Depois de executar a função, selecciona-se graficamente o nó ao redor do qual se define o ábaco. Os lados do ábaco criam-se a $^1/_6$ do comprimento médio entre pilares e para cada direcção. |
| **Automáticos...** | Esta função permite definir numa só operação, todos os ábacos das lajes incluídos nos planos que se seleccionem na caixa de diálogo **GERAR ÁBACOS.** Tal como na função anterior, os lados dos ábacos calculam-se a $^1/_6$ do comprimento médio entre pilares e para cada direcção.   |
| **Eliminar** | Esta função elimina um ábaco de uma laje fungiforme aligeirada ou de uma laje maciça, seleccionando graficamente. |
| **Recortar** | Esta função permite recortar o contorno de um ábaco pelo limite da laje. A função aplica-se clicando no bordo do ábaco com o botão esquerdo do rato. |
| **Altura** | Esta função permite atribuir a um ábaco altura superior à da laje. A função aplica-se indicando a altura total de laje pretendida para o ábaco e clicando com o botão esquerdo do rato no seu bordo. |

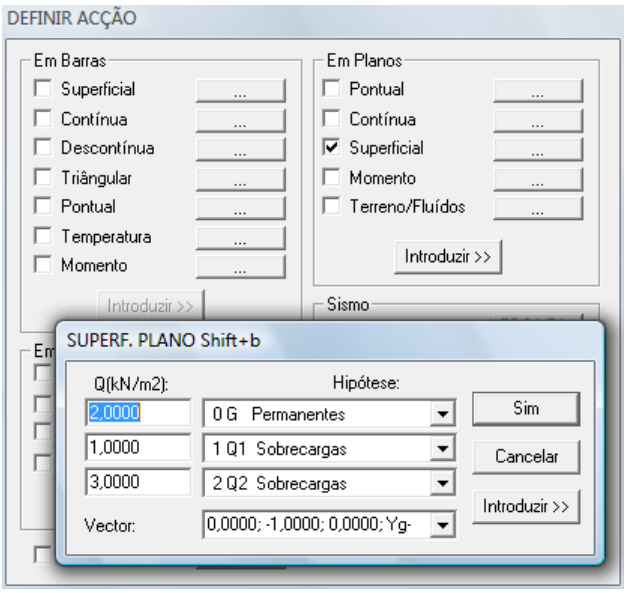
| | |
|---|---|
| **Mover Vértice** | Esta função permite modificar um ábaco, deslocando um dos seus vértices. A forma de proceder é a seguinte: selecciona-se graficamente o vértice a mover (com o botão esquerdo do rato) e o ponto de destino (com o botão direito). |
| **Mover Lado** | Esta função permite modificar um ábaco, deslocando um dos seus lados. Para tal, selecciona-se graficamente o lado a mover (com o botão esquerdo do rato) e marca-se o ponto de destino (com o botão direito). Se a malha estiver bloqueada só conseguirá mover os ábacos de nervura para nervura da laje.<br>Há que ter em atenção, nas lajes fungiformes aligeiradas, que conforme for a ficha da laje seleccionada, é possível contar com meios moldes ou com a terça parte de moldes na modulação do ábaco, e nestes casos, poder-se-ão colocar a estas distâncias os lados ou vértices. |




## Introdução de acções

Uma vez definida a geometria da laje fungiforme aligeirada ou da laje maciça, é possível definir o estado de acções da mesma.

Na função **Acções>Definir...,** os tipos de acção que se podem aplicar nas **lajes fungiformes aligeiradas ou nas lajes maciças** são as acções **Em Planos,** podendo ser **Pontual, Contínua, Superficial** ou **Momento.**




Depois de definir a acção, pode-se seleccionar o botão **Introduzir** ou executar a função **Acções>Introduzir>Em Plano,** procedendo-se do modo habitual (capítulo 4).

A distribuição destas acções efectua-se segundo o seguinte critério:

- As acções pontuais aplicam-se no cruzamento das nervuras mais próximas do ponto de aplicação onde se introduzem.
- As acções contínuas são distribuídas automaticamente como acções pontuais nos nós mais próximos, conforme for a geometria.
- As acções superficiais também se distribuem automaticamente como acções pontuais, nos nós que estão circunscritos por esta acção.

**Importante**: O programa permite considerar duas possíveis alternâncias de sobrecargas (três nas normas espanholas), sempre que o utilizador as definir. A consideração da alternância de sobrecargas depende da geometria e da utilização da estrutura, mas como regra geral, deve-se utilizar sempre. Se pretender definir alternância de sobrecargas, na introdução da uma laje (**...>Introd Fung. Aligeirada**) ou maciça (**...>Introd. Maciça**) deve-se introduzir somente as acções permanentes na hipótese 0. As sobrecargas devem-se introduzir como acções superficiais em plano, podendo utilizar as hipóteses alternativas 1+2, (7+8 na norma espanhola) e 9+10. O utilizador define as zonas da laje que se devem carregar, seja utilizando critérios como o de vãos pares ou ímpares, ou outro qualquer. Além disso, podem-se utilizar as acções móveis, hipóteses 11 a 20, para considerar a actuação de uma sobrecarga sobre zonas localizadas da laje.

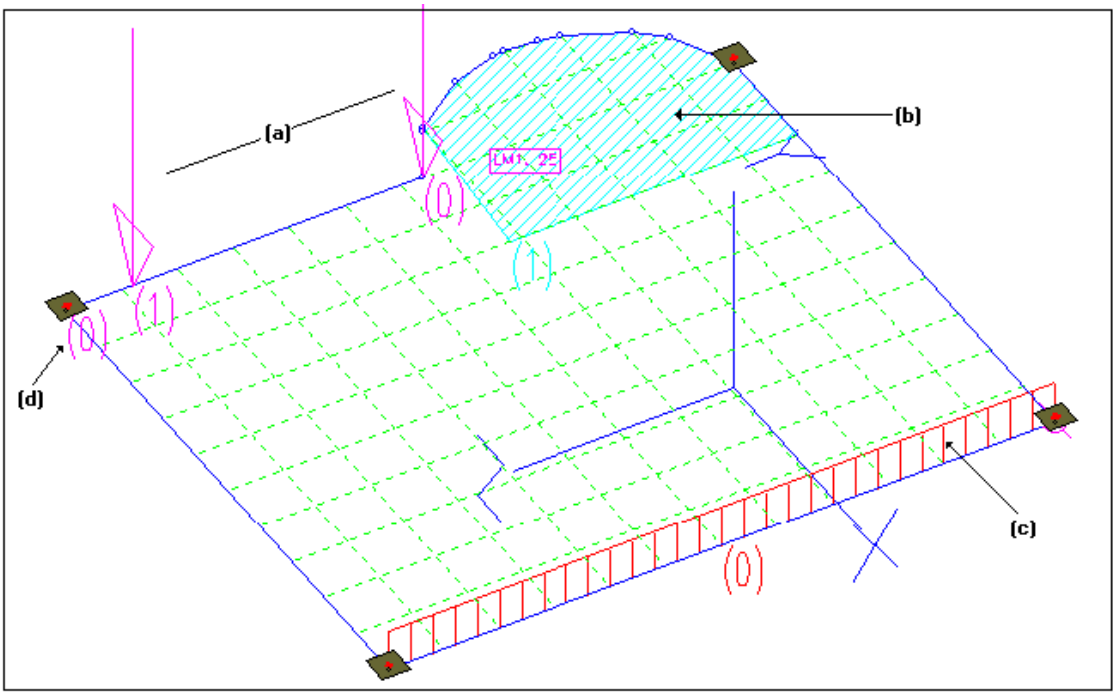
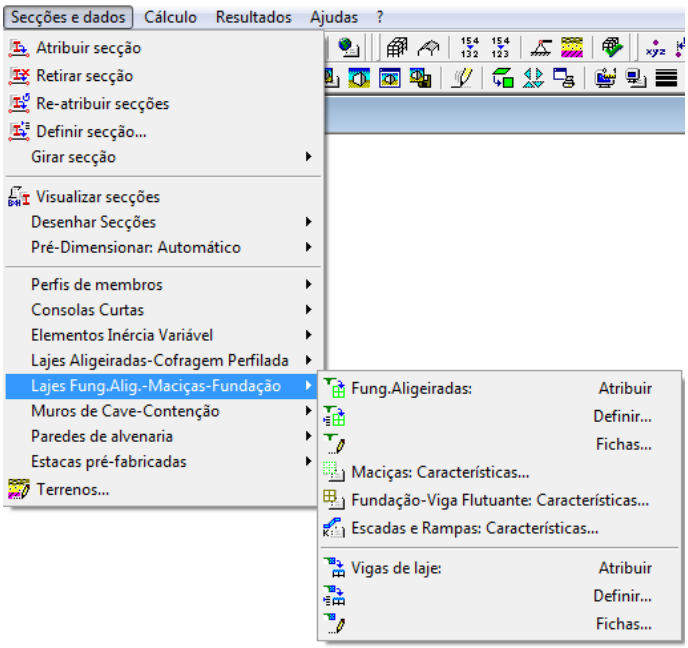


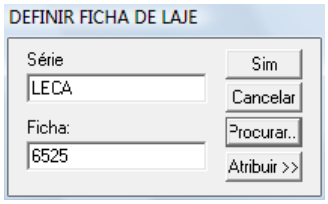
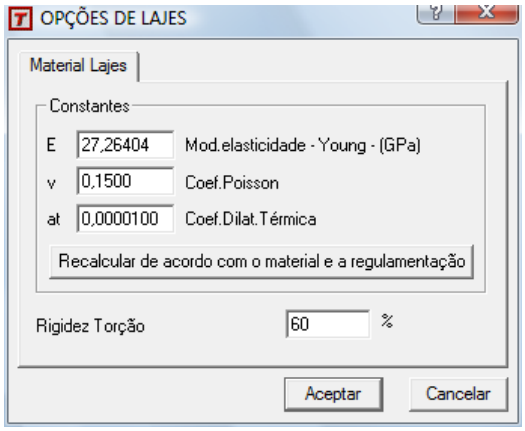

Figura 70: Acções numa laje fungiforme aligeirada. (a)Pontual, (b)superficial, (c)contínua, (d)momento.

## O submenu *Secções>Lajes Fung. Alig.-Maciças-Fundação*



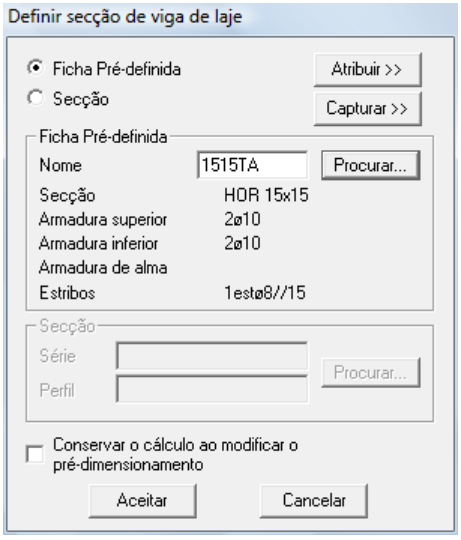
Dentro deste submenu, encontram as funções que permitem: atribuir a uma laje fungiforme aligeirada uma determinada ficha, entre as várias existentes na base de dados, definir as características das lajes maciças e atribuir fichas às vigas de laje.

As bases de dados de fichas de lajes fungiformes aligeiradas e de vigas de laje podem ser modificadas ou ampliadas também a partir deste submenu.

| Função | Descrição |
|---|---|
| **Fung. Aligeiradas: Atribuir** | Esta função permite atribuir graficamente a ficha de laje fungiforme aligeirada que previamente se tenha definido na caixa de diálogo da função **...>Definir....** |
| **Fung. Aligeiradas: Definir...** | Esta função mostra uma caixa de diálogo onde é possível definir a série e ficha de laje fungiforme aligeirada a utilizar, entre as várias existentes na base de dados.   |
| **Fung. Aligeiradas: Fichas...** | Com esta função acede-se à base de dados de fichas de lajes fungiformes aligeiradas, faz-se a consulta das fichas existentes ou introduzem-se fichas novas (veja o ponto 9 do presente capítulo). |
| **Maciças: Características** | Esta função permite definir as seguintes características mecânicas das lajes maciças:   ■ **Mod. Elasticidade - YOUNG (E):** O módulo de elasticidade ou de Young (em kg/cm² ou GPa).<br>■ **Coef. POISSON ($\nu$)** O coeficiente de elasticidade transversal ou de Poisson.<br>■ **Coef. Dilat. Térmica ($\alpha_t$):** O coeficiente de dilatação térmica do material.<br>■ **Rigidez Torção (%):** A percentagem em relação à inércia teórica à torção de cada nervura de cálculo, por defeito 60%.<br>Veja o capítulo 23 do **Manual de Instruções do** Tricalc para obter mais informação acerca destas características. |

**Vigas de laje: Atribuir** Esta função permite atribuir graficamente a ficha definida na função **...>Vigas de laje: Definir...** a uma viga de laje, de uma laje fungiforme aligeirada ou de uma laje maciça.

**Vigas de laje: Definir...** Esta função mostra uma caixa de diálogo onde é possível definir a ficha de viga de laje a utilizar, entre as existentes na base de dados.




**Vigas de laje: Fichas...** Com esta função acede-se à base de dados de vigas de laje, para modificar as fichas existentes ou para introduzir fichas novas (veja o ponto 10 do presente capítulo).

# Criação e modificação de fichas de lajes fungiformes aligeiradas

## Definições Prévias

**Série de laje** Compreende toda a informação relativa a um fabricante, constituída por:

Tipos de elementos aligeirantes ou de moldes.

Características do material utilizado.

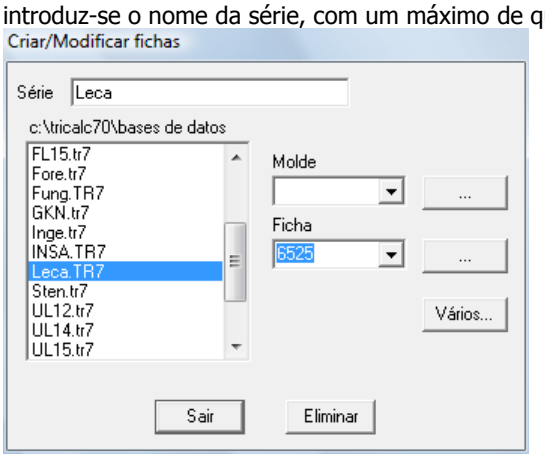
No ficheiro **TR7_INF.DOC** pode encontrar informação acerca das séries disponíveis.

**Ficha de laje** Tem toda a informação de cada ficha pertence a uma determinada **série**, sendo uma combinação de tipos de moldes utilizados por esse fabricante e separações de nervuras. Cada laje só pode ter associada uma ficha.

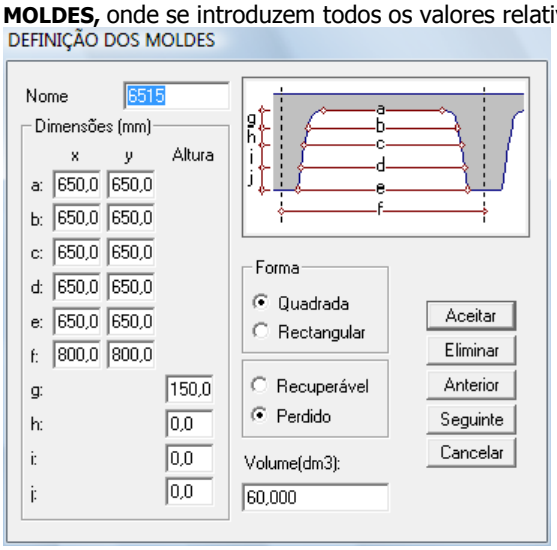
## Criação de Novas Fichas

O procedimento para introduzir novas fichas de lajes fungiformes aligeiradas ou para modificar as existentes é o seguinte:

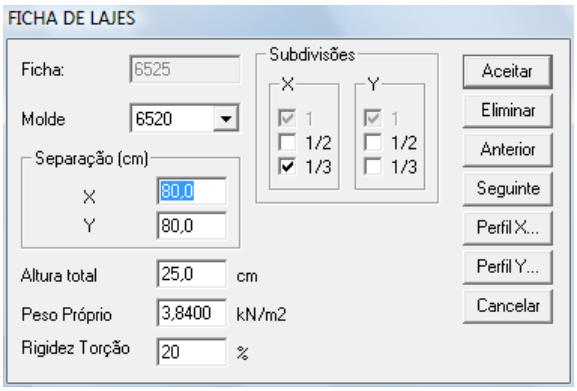
- Executa-se a função **Secções>Lajes Fung. Alig.-Maciças-Fundação>Fung. Aligeiradas: Fichas...,** com a qual se acede à caixa de diálogo **CRIAR>MODIFICAR FICHAS**. No campo **Série** desta caixa, introduz-se o nome da série, com um máximo de quatro caracteres.



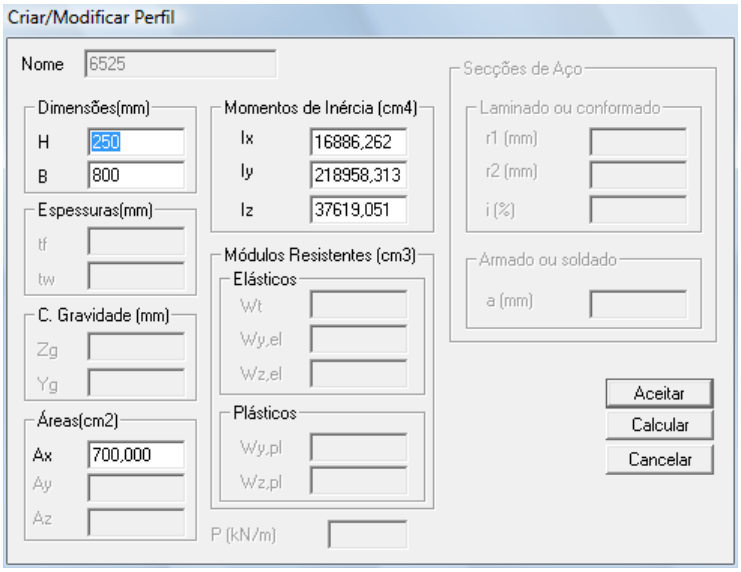

- Pressiona-se o botão **Vários...,** com o qual se acede à caixa de diálogo onde se definem as características gerais da série. Definem-se os valores, e em seguida pressiona-se o botão **Sim** para regressar à caixa anterior.
- No campo **Molde,** introduz-se o nome do molde a criar, pertencente à série seleccionada. Pressiona-se o botão situado à direita deste campo, com o qual se acede à caixa de diálogo **DEFINIÇÃO DE MOLDES,** onde se introduzem todos os valores relativos à sua geometria.




- Finalmente, para definir uma ficha de laje, no campo **Ficha** introduz-se o nome da ficha a criar e prime-se o botão situado à sua direita, com o que se acede à caixa **FICHA DE LAJES**, onde se podem definir os seguintes dados:




| Opção | Descrição |
|---|---|
| **Molde** | Tipo de molde, entre os utilizados pelo fabricante desta série. |
| **Separação** | Distâncias entre eixos de nervuras, segundo os eixos X e Y (em cm). |
| **Altura total** | Altura total da laje (em cm). |
| **Peso** | Peso próprio da laje (em kg/m² ou kN/m²). Este dado é introduzido de forma automática, como acção superficial em hipótese 0. |
| **Rigidez Torção** | Percentagem de rigidez à torção das nervuras. |
| **Subdivisões** | Permite indicar se o molde dispõe de subdivisões a meio ou a um terço, tanto na direcção X como na direcção Y. |
| **Perfil X...** e **Perfil Y...** | Estes botões permitem aceder às caixas de diálogo onde se definem as características geométricas e mecânicas das nervuras da ficha, em ambas as direcções. Estas características são calculadas automaticamente pelo programa, em função dos dados geométricos do molde e da ficha introduzidos. |



# Criação e modificação de fichas de vigas em laje

Mediante a função **Secções>Lajes Fung. Alig.-Maciças-Fundação>Vigas de laje: Fichas,** pode-se aceder à base de dados das vigas de laje, que se utilizam tanto nas lajes fungiformes aligeiradas, como nas lajes maciças. É possível modificar essa base, ou ampliá-la.

Uma viga de laje é uma combinação de um perfil de betão, com uma determinada armadura, que é contínua em todo o comprimento da viga de laje. Por exemplo, a viga de laje **Z25162** tem uma secção (perfil) de 25x25 cm, e uma armadura longitudinal formada por 2∅16, tanto na face superior como na face inferior.

Para criar uma ficha nova, na caixa de diálogo **CRIAR>MODIFICAR FICHAS DE VIGAS DE LAJE,** introduzem-se os seguintes dados:

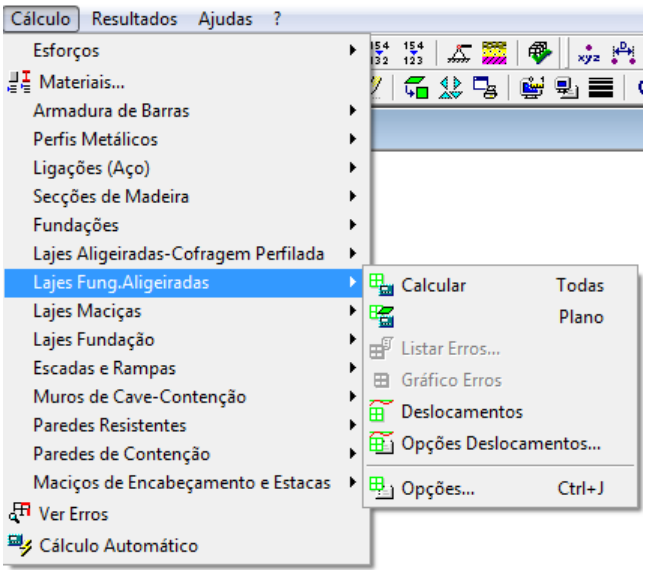
| Opção | Descrição |
|---|---|
| **Nome** | A denominação da viga de laje, até oito caracteres. |
| **Série** e **Perfil** | Define a forma e as características da secção. Nestes campos, selecciona-se uma secção de betão da base de dados de Perfis/Secções, sempre que a sua forma for rectangular ou em T. Pressionando o botão **Procurar...** situado à sua direita, acede-se à base de perfis/secções, onde se selecciona um deles. |
| **Armaduras Superior/Inferior/Estribos** | Estes campos permitem definir a armadura da viga de laje, tanto longitudinal superior e inferior como de estribos, cujos valores aqui introduzidos serão constantes para todo o comprimento. |
| **Materiais** | O tipo de aço nervurado utilizado na armadura. |
| **Rigidez Torção** | A percentagem de rigidez à torção da viga de laje. |

Quando se atribui uma viga de laje a uma laje fungiforme aligeirada ou a uma laje maciça, se no processo de cálculo se detecta que a viga de laje é insuficiente, o programa realiza uma procura pela

base de dados, seleccionando outra viga de laje que possa resistir aos esforços às quais está sujeita, dentro da mesma secção da escolhida, mas com maior armadura. No caso de não se encontrar nenhuma que cumpra, deve-se mudar para uma ficha com maior secção, ou ampliar a base de dados de modo a que para essa secção passe a existir na base de dados, mais combinações de armaduras. Quanto maior for a base de dados de vigas de laje, mais possibilidades existem de que o programa encontre a armadura suficiente, ajustada às necessidades do cálculo.

As fichas pré-determinadas são guardadas no ficheiro **ZUNCHOS.ZUN**.

## O submenu *Cálculo>Lajes Fung. Aligeiradas*



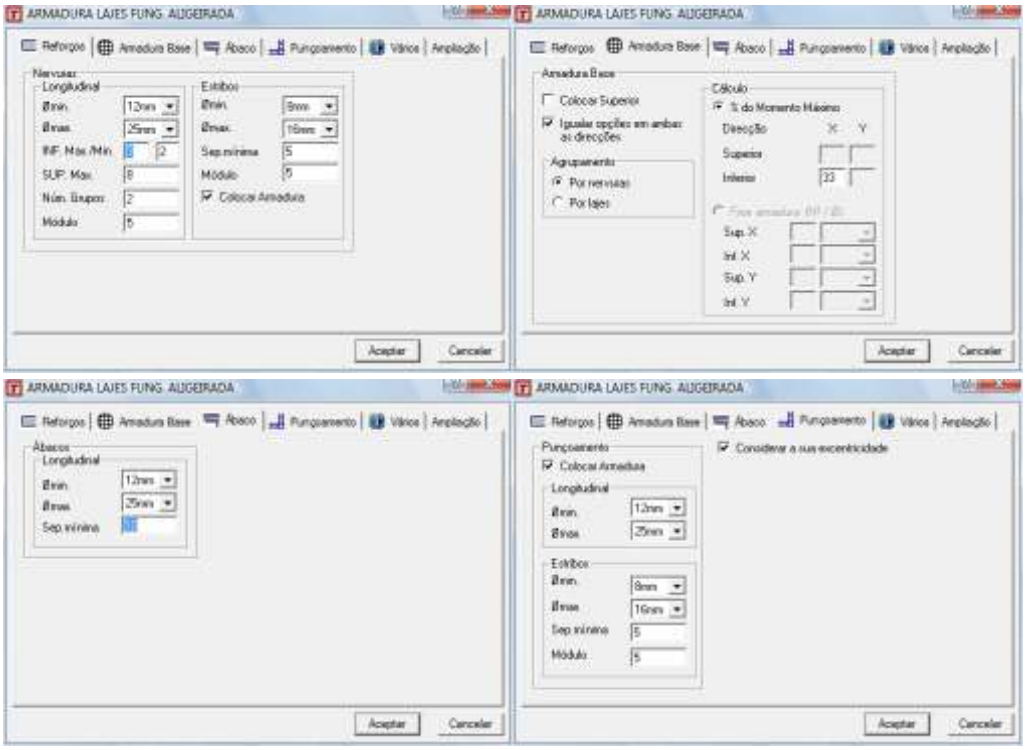

Este submenu permite calcular as lajes fungiformes aligeiradas introduzidas na estrutura, assim como visualizar os deslocamentos dos seus nós.

**Opções...** Esta função mostra uma caixa de diálogo que permite definir as opções de armadura das lajes fungiformes aligeiradas da estrutura. São as seguintes:

| | |
|---|---|
| **Nervuras-Longitudinal** | Permite indicar os diâmetros mínimo e máximo dos varões a utilizar na armadura longitudinal das nervuras. Nos campos **INF. Máx./Min.** e **SUP. Máx.,** indica-se o número máximo de varões por nervura, para a face superior e inferior, respectivamente. |
| **Núm. Grupos** | Refere-se ao número de zonas nas quais os varões da armadura superior ou inferior têm igual comprimento e igual diâmetro. |
| **Nervuras-Estribos** | Permite indicar o diâmetro mínimo e máximo dos varões a utilizar na armadura de estribos das nervuras. No campo **Sep. mínima,** indica-se a separação mínima dos estribos (em cm). A separação que se obtém no cálculo será múltipla do valor que se indicar no campo **Módulo.** |

**Colocar Armadura** Permite indicar se deseja ou não que as nervuras se calculem com armadura transversal (com estribos). No caso em que esta opção não está activada, os esforços transversos das nervuras serão suportadas unicamente pelo betão. Se este não é suficiente, invalida-se a nervura.

**Ábacos/Punçoamento** Permite indicar o diâmetro mínimo e máximo dos varões a utilizar na armadura longitudinal dos ábacos. Também é possível indicar o diâmetro mínimo e máximo dos estribos (para a verificação ao punçoamento) dos ábacos, assim como a sua separação mínima e módulo.



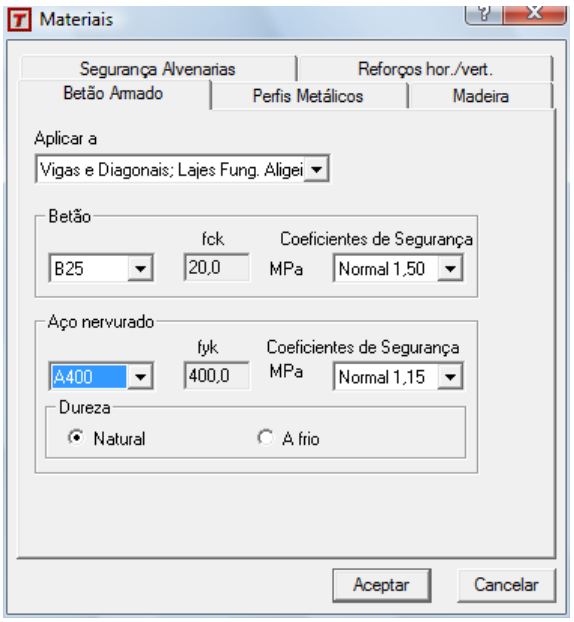

**Colocar Armadura** Permite indicar se deseja ou não que os ábacos se calculem com armadura de punçoamento, no caso de ser necessária. Se é necessária armadura de punçoamento e esta opção está desactivada, invalida-se o ábaco.

**Recobrimento** Recobrimento do betão desde a armadura até à face exterior da laje (em mm). Para ter em conta que as armaduras se cruzam na intercepção das nervuras, e portanto uma direcção de nervuras terá mais altura útil que outra, é aconselhável considerar um recobrimento um pouco maior do que o real, a fim de se considerar a situação mais desfavorável.

**Granolumetria** Indica o tamanho máximo do inerte utilizado (em mm).

**Torção de Vigas de laje** Permite activar ou desactivar o cálculo da armadura das vigas de laje das lajes fungiformes aligeiradas tendo em conta os esforços de torção.

**Materiais...** Esta função mostra uma caixa de diálogo onde se podem definir os materiais para as lajes fungiformes aligeiradas, assim como os respectivos coeficientes de segurança dos materiais. Estes materiais são independentes dos do resto da estrutura.




**Calcular Todos** Esta função realiza o cálculo de todos os planos de armadura das lajes fungiformes aligeiradas definidos na estrutura.

**Calcular Plano** Esta função realiza o cálculo de um só plano de lajes fungiformes aligeiradas.

Numa estrutura que tenha vários pisos similares de lajes fungiformes aligeiradas, é interessante calcular primeiro só um deles, que seja representativo do resto, com esta função. Deste modo, obtém-se um resultado rápido da adequação ou não da ficha de laje escolhida.

**Listar Erros...** Esta função mostra uma caixa de diálogo com os erros encontrados no último cálculo das lajes fungiformes aligeiradas da estrutura.

**Gráfico Erros** Esta função indica graficamente os elementos da laje fungiforme aligeirada que tenham dado erro no cálculo, desenhando-os na cor vermelha.

**Deslocamentos** É possível obter, gráfica e numericamente, os deslocamentos ao longo de qualquer linha de corte que se indique numa laje fungiforme aligeirada ou numa laje maciça. Para tal, seleccionam-se graficamente dois pontos interiores da laje, que definam a linha de corte (Figura 71).

Realiza-se uma representação gráfica dos deslocamentos, onde se mostra uma janela com os valores de deslocamentos e a relação flecha/comprimento do segmento em estudo. Nas flechas máximas positiva e negativa, mostra-se o caracter **<.**

A deformação obtém-se a partir de uma interpolação linear dos valores dos deslocamentos em cada nó da laje, resultantes do cálculo de esforços da estrutura.

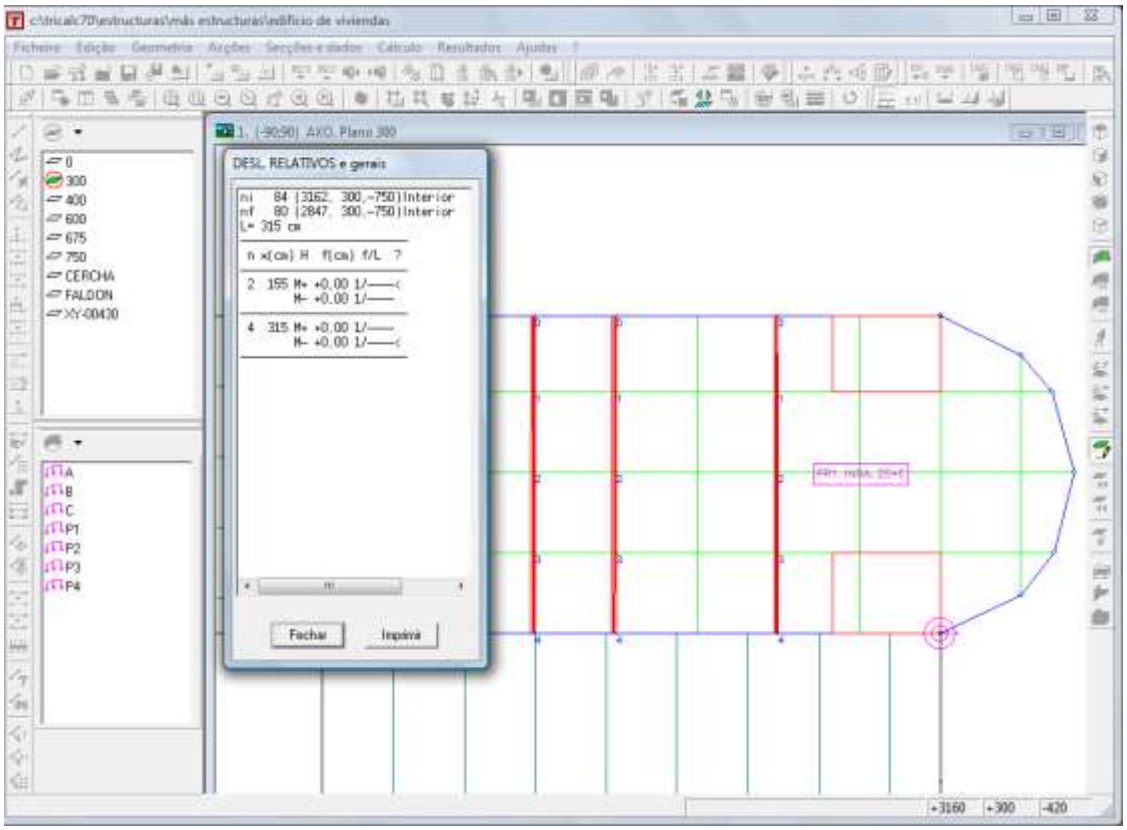
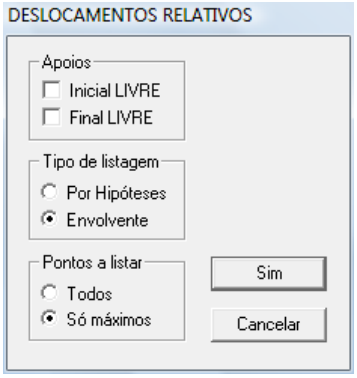



Figura 71: Função Cálculo>Lajes Fung. Aligeiradas>Deslocamentos.

**Opções Deslocamentos...**

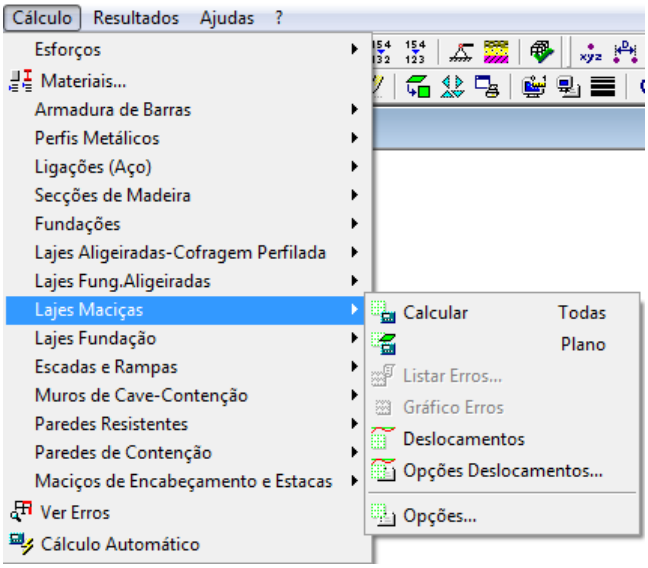
Esta função permite definir as opções da representação dos deslocamentos gerada pela função **...>Deslocamentos.** São as seguintes:

| | |
|---|---|
| **Apoios** | Permite indicar se deseja descontar ou não o deslocamento do extremo inicial e/ou final do segmento a estudar. |
| **Tipo de listagem** | É possível escolher se deseja que na listagem apareçam os deslocamentos segundo cada uma das hipóteses de acções, ou só segundo a envolvente positiva e negativa. |
| **Pontos a listar** | Permite indicar se deseja que na listagem apareçam todos os pontos de intercepção entre o segmento em estudo e as nervuras, ou só aqueles pontos nos quais se produzem o deslocamento máximo positivo e negativo. |



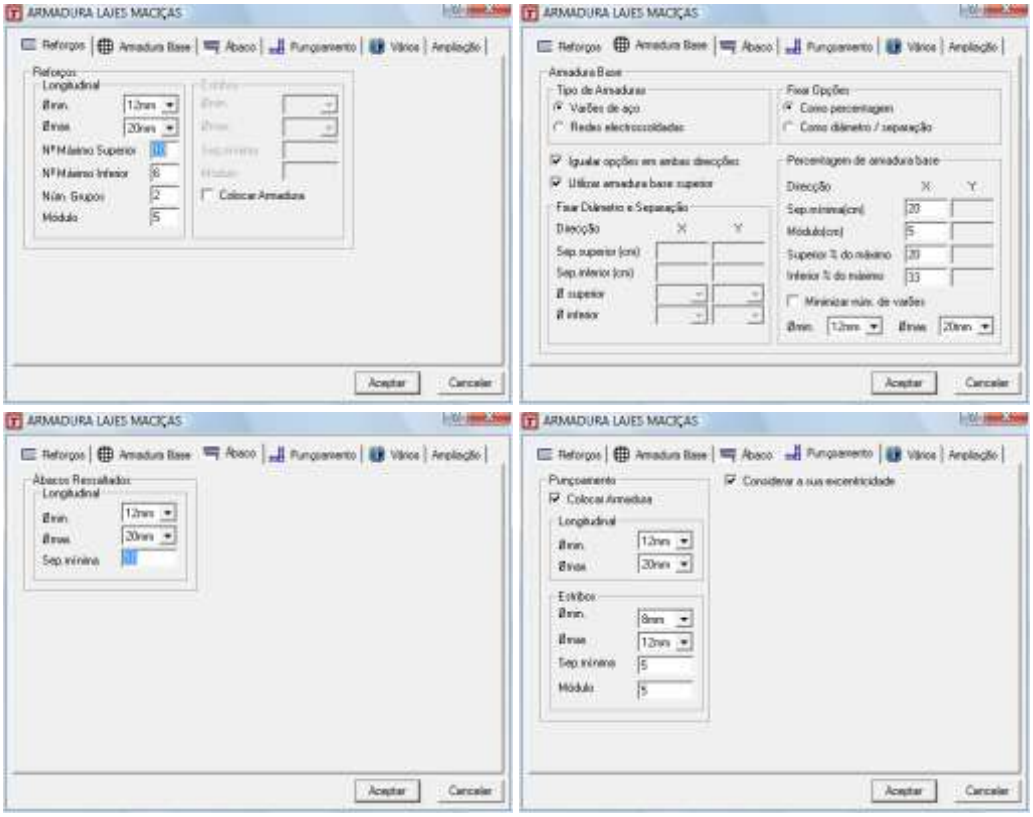

Quando os valores de flecha (f/L) aparecem **1/----** significa que são valores muito pequenos e saem fora do limite (<1/9999).

## O submenu *Cálculo>Lajes maciças*




Este submenu contém as funções necessárias para realizar o cálculo das lajes maciças introduzidas na estrutura.

| Função | Descrição |
|---|---|
| **Opções...** | Esta função mostra uma caixa de diálogo que permite definir as opções de armadura das lajes maciças. São as seguintes: |




**Armadura Base** Permite indicar se a armadura base da laje maciça se realiza com **Varões de aço** nervurado ou **Redes electrossoldadas.** Em qualquer dos casos, é possível indicar os diâmetros mínimo e máximo a utilizar e as separações (separação mínima e o módulo de incremento da separação).

Se activar a opção **Superior: % máximo,** terá na face superior uma armadura base cujo valor cobrirá percentagem do momento máximo da laje que se indicar. É possível, e recomendável para uma primeira análise, não colocar nenhuma armadura base superior.

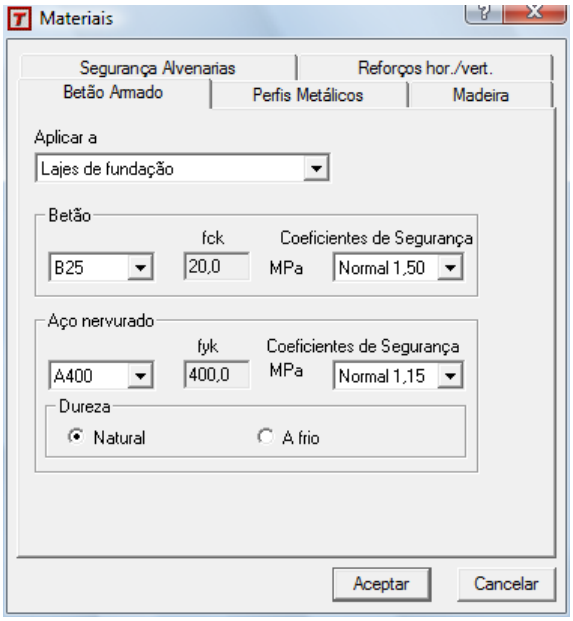
Na face inferior, existirá sempre uma armadura base, apesar de também ser possível indicar uma percentagem, em relação ao máximo da laje.

**Min. núm. de varões** Permite indicar se deseja um menor número de varões mas de maior diâmetro (opção activada) ou um maior número de varões mas de menor diâmetro (opção desactivada).

**Armadura de Reforço** Permite indicar os diâmetros mínimo e máximo dos varões a utilizar na armadura de reforço, assim como o número máximo de varões de reforço.

| | |
|---|---|
| **Núm. Grupos** | Refere-se ao número de zonas nas quais os varões da armadura superior ou inferior têm igual comprimento e diâmetro. |
| **Punçoamento** | Permite indicar o diâmetro mínimo e máximo dos varões a utilizar na armadura longitudinal das zonas calculadas ao punçoamento. Também é possível indicar o diâmetro mínimo e máximo dos estribos destas zonas, assim como a sua separação mínima e o seu módulo. |
| **Colocar Armadura** | Permite indicar se deseja ou não colocar armadura nas zonas calculadas ao punçoamento. Tem igual significado que a opção correspondente de lajes fungiformes aligeiradas. |
| **Recobrimento** | Recobrimento do betão, desde a face superior da armadura de negativos até à face superior da laje (em mm). Para ter em conta que as armaduras se cruzam em duas direcções, e portanto uma direcção de nervuras terá mais altura útil que outra, é aconselhável considerar um recobrimento maior que o real, a fim de considerar a situação mais desfavorável. |
| **Granolumetria** | Indica o tamanho máximo do inerte utilizado (em mm). |
| **Torção Vigas de laje** | Permite activar ou desactivar o cálculo da armadura das vigas de laje, tendo em conta os seus esforços à torção. |
| **Ábaco** | Permite definir as opções de armaduras para os ábacos (capitéis) de altura superior à laje. |

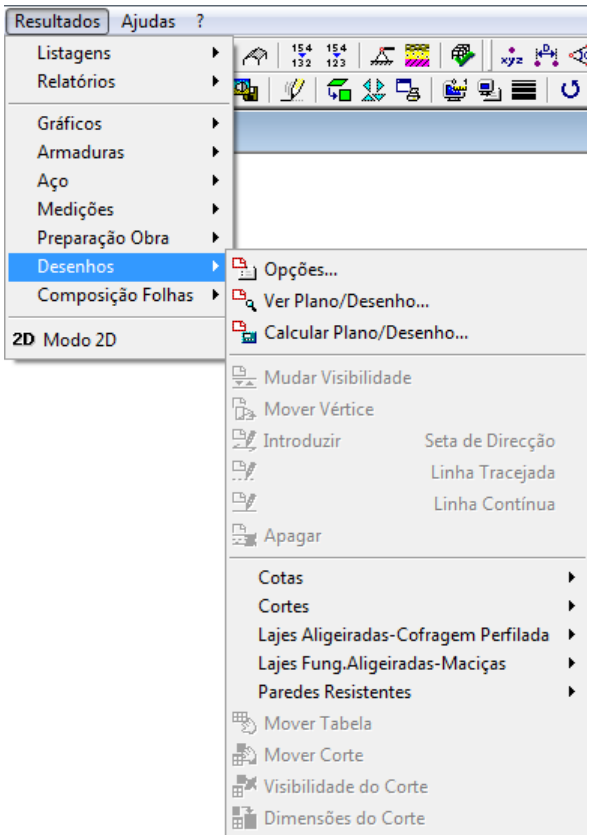
**Materiais...** Esta função mostra uma caixa de diálogo onde se podem definir os materiais para as lajes maciças, assim como os respectivos coeficientes de segurança. Estes materiais são independentes dos do resto da estrutura.



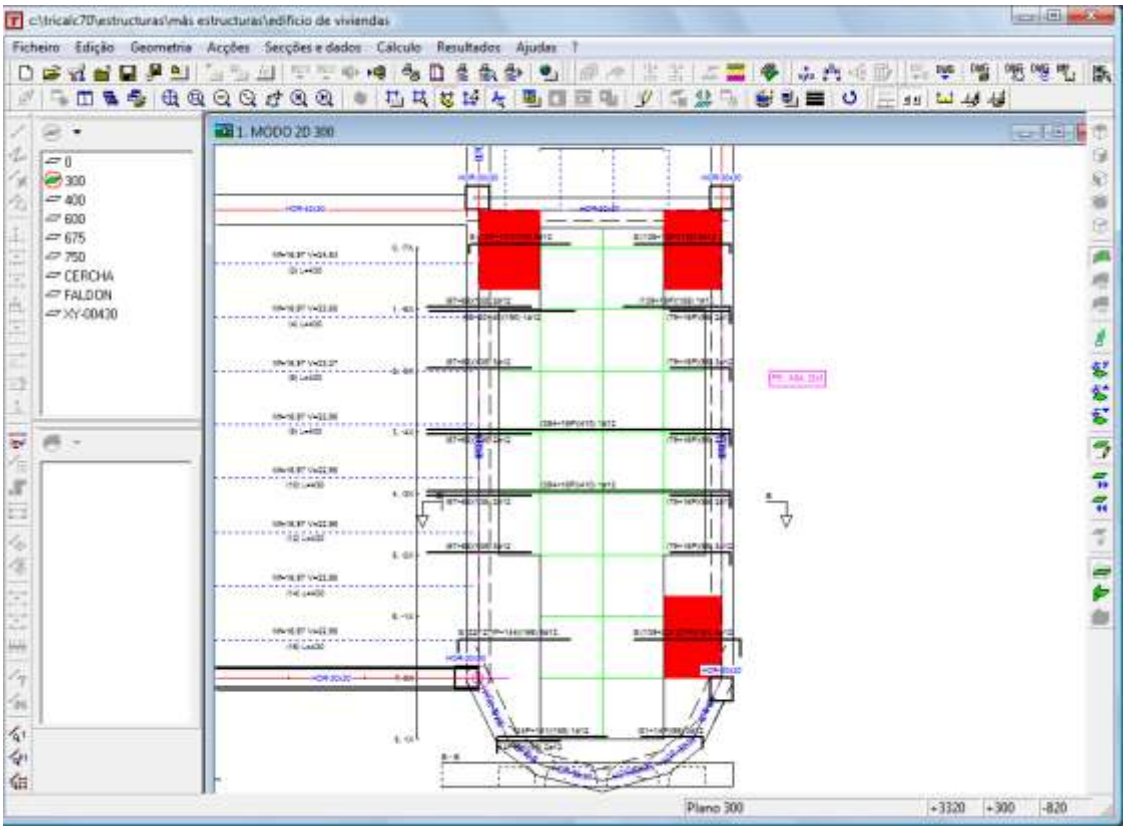

**Calcular Todos** Esta função realiza o cálculo de todos os planos de armadura das lajes maciças definidas na estrutura.

| | |
|---|---|
| **Calcular Plano** | Esta função realiza o cálculo de um só plano de lajes maciças. |
| **Listar Erros...** | Esta função mostra uma caixa de diálogo com os erros encontrados no último cálculo das lajes maciças da estrutura. |
| **Gráfico Erros** | Esta função indica graficamente os elementos da laje maciça que tenham dado erro no cálculo, desenhando-os na cor vermelha. |

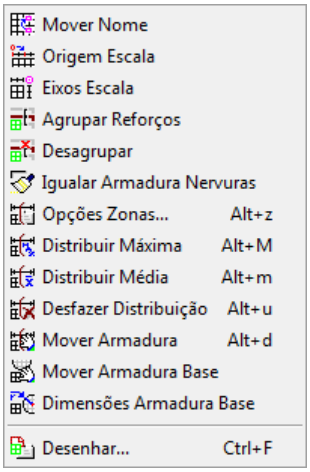
## O submenu *Resultados>Desenhos*




| **Função** | **Descrição** |
|---|---|
| **Opções...** | Com esta função, é possível definir as opções do desenho do plano (capítulo 7). |
| **Ver Plano...** | Esta função gera um desenho com a geometria das barras de um dos planos de trabalho. Se as lajes que se encontram nesse plano estiverem calculadas, aparece toda a informação relativa a elas. |




## O submenu *Resultados>Desenhos>Lajes Fung. Aligeirada -Maciças*



Uma vez que se tenha no ecrã o plano da laje fungiforme aligeirada ou da laje maciça, pode ser necessário modificar alguma das suas características. Neste submenu encontram-se as funções que permitem realizar retoques sobre ele.

| Função | Descrição |
|---|---|
| **Mover Nome** | O programa desenha, para cada laje, uma legenda na qual se especifica o seu nome e a sua ficha ou altura. Esta função permite mudar a posição dessa legenda dentro do desenho. Para tal, selecciona-se graficamente a laje a modificar e indica-se o novo ponto onde se deseja colocar essa informação. |
| **Origem Escala** | O programa numera todos as nervuras, quer longitudinalmente quer transversalmente nos desenhos. Esta função permite colocar a origem dessa numeração no ponto que se deseje dentro do desenho. |
| **Eixos Escala** | A numeração das nervuras anteriormente citada representa-se sobre os eixos; longitudinal e transversal. Esta função permite colocar esses eixos passando pelo ponto que se deseje. |
| **Agrupar Reforços** | Esta função agrupa a armadura de várias nervuras paralelas pertencentes a uma laje fungiforme aligeirada, para que só apareça desenhado um deles. Um grafismo agrupa as nervuras que têm a mesma armadura. Depois de executar a função, procede-se do seguinte modo:<br>■ Seleccionam-se graficamente as nervuras a agrupar e pressiona-se a tecla ✠.<br>■ Selecciona-se graficamente a nervura principal ou a representante das outras.<br>■ Marca-se um ponto do plano onde se colocará o grafismo utilizado para agrupar as nervuras. |

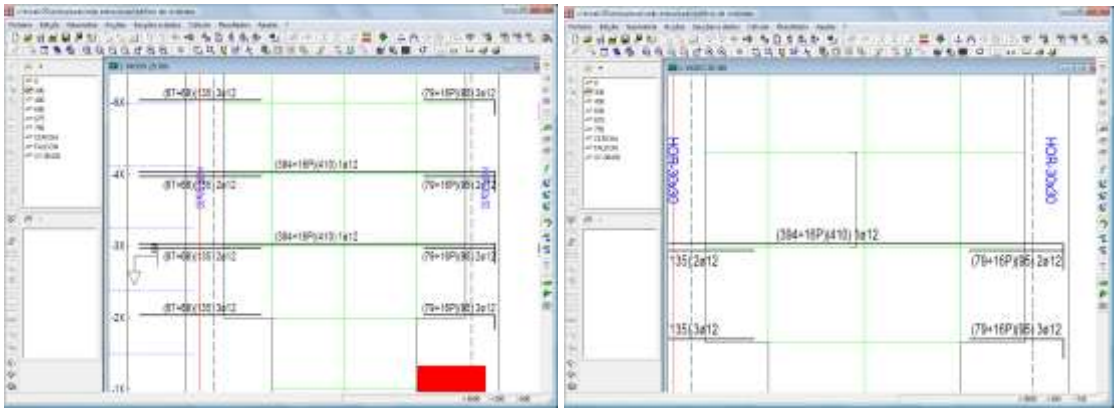
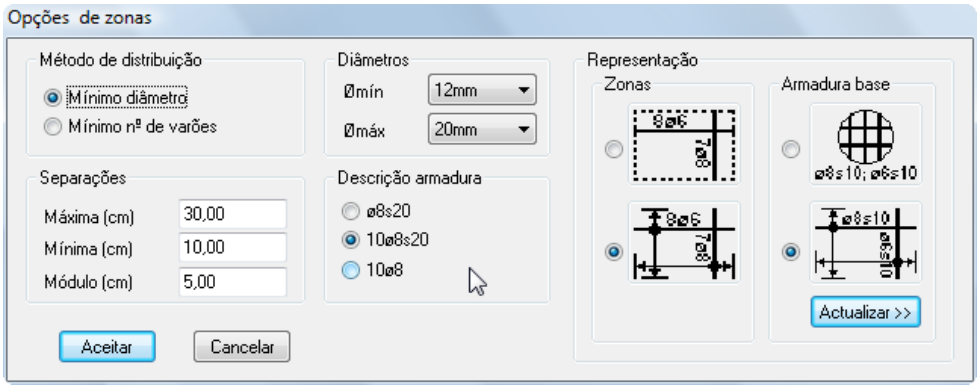


Figura 72: Função Resultados>Desenhos>Lajes Fung. Aligeiradas-Maciças>Agrupar Reforços.

| | |
|---|---|
| **Desagrupar Reforços** | Esta função desfaz o agrupamento realizada mediante a função **...>Agrupar Reforços**. Para tal, assinala-se o grafismo de agrupamento, com o que se conserva a armadura de nervuras original. |
| **Opções Zonas...** | Esta função permite indicar os critérios com os quais se distribui a armadura em zonas, mediante as funções **...>Distribuir Máxima** e **...>Distribuir Média,** assim como o grafismo utilizado por estas funções. Também permite fixar o grafismo da armadura base.<br>Ao executar esta função, aparece uma caixa de diálogo que contém as seguintes opções: |




**Método de distribuição** Indica se deseja obter a armadura da zona com o mínimo diâmetro possível ou com o mínimo número de varões possível.

**Diâmetros** Diâmetros mínimo e máximo a utilizar.

**Descrição armadura** Permite escolher entre vários modos de representar a armadura, nos quais se representa o número total de varões e o respectivo diâmetro (**12$\phi$8**), a sua separação (**$\phi$8//20**), ou ambos (**12$\phi$8 // 20**).

**Representação** Podem seleccionar-se diferentes formas para representar as zonas e a armadura base (Figura 73). O botão **Actualizar >>** permite modificar o grafismo de uma armadura base já calculada, para o que é necessário seleccionar graficamente a armadura base a actualizar. O grafismo a utilizar na representação das zonas utiliza-se para as zonas que se vão criar em seguida.

**Separações** Nas opções de zonas é possível agora definir uma distância mínima, distância máxima e um módulo de distância (que não afectará as zonas de armadura inferior de lajes fungiformes aligeiradas, onde a distância é sempre a distância entre nervuras).

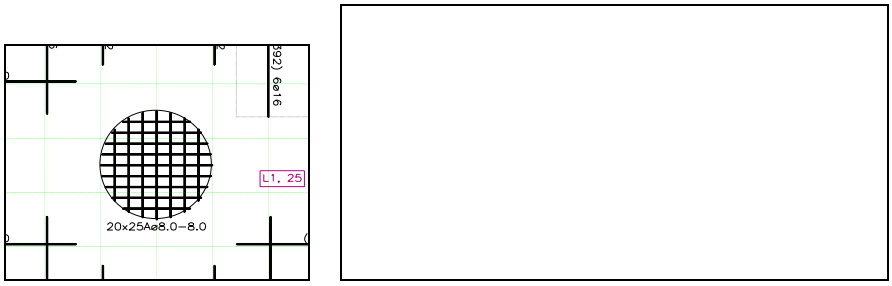
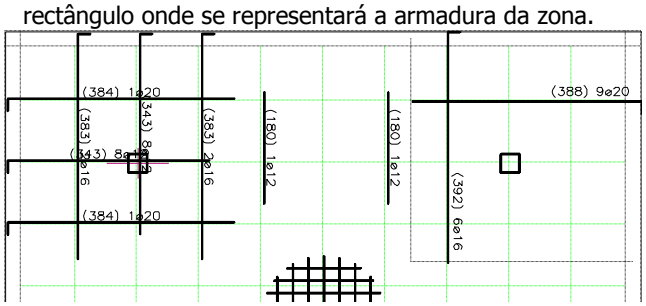



Figura 73: Representações possíveis da armadura base.

**Distribuir Máxima** Esta função distribui a armadura de uma zona rectangular que se indica na laje, de forma que esta seja homogeneizada em relação ao comprimento e ao diâmetro dos seus varões. Esta homogeneização realiza-se utilizando em toda a zona, a armadura da nervura com maior armadura. O processo a seguir é o seguinte:

- Selecciona-se graficamente a laje a modificar.
- Englobam-se numa janela todos os varões a distribuir.
- Marcam-se dois pontos que definam dois cantos diagonalmente opostos do rectângulo onde se representará a armadura da zona.




**Distribuir Média** De igual modo que **...>Distribuir Máxima,** esta função também homogeneíza a armadura da zona rectangular que se indique. Neste caso, a homogeneização realiza-se utilizando em toda a zona a armadura média das nervuras.

**Desfazer Distribuição**

Esta função desfaz a homogeneização feita com as funções **...>Distribuir Máxima** e **...>Distribuir Média.** Para tal, selecciona-se um dos varões do grafismo de agrupamento, com o que se obtém a armadura original.

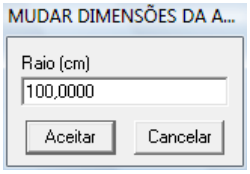
**Mover Armadura** Permite mover a posição na qual se desenha a armadura de uma zona. Para tal, selecciona-se graficamente um dos varões da zona e em seguida, marca-se o ponto por onde se deseja que passe essa representação.

**Mover Armadura Base**

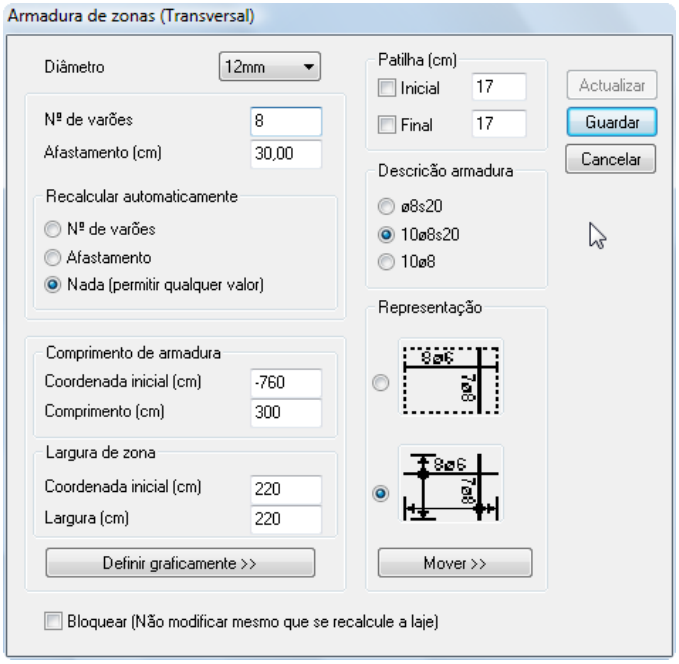
Permite mover o grafismo que representa a armadura base. Para tal, selecciona-se graficamente a armadura a mover e, em seguida, marca-se o ponto escolhido como nova posição.

**Dimensões Armadura Base**

Permite modificar o tamanho do círculo que representa a armadura base. Ao executar esta função, aparece uma caixa na qual se indica o valor do raio do círculo (em cm). Em seguida, selecciona-se o bordo do círculo a modificar.



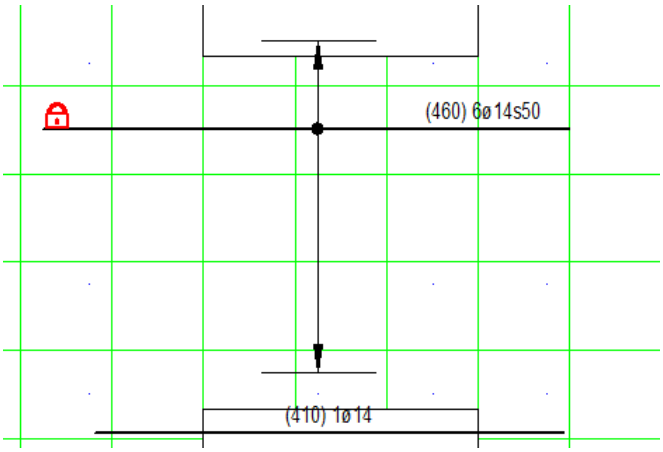

A caixa de diálogo de retoque destas zonas de distribuição, que aparece ao seleccionar uma das zonas já criadas com a função **Resultados > Armaduras > Retocar > L. Fung. Alig.-Maciças: Modificar** ou depois de criar uma zona, apresenta-se agora como a da seguinte figura:




Em relação à caixa das anteriores versões, tem os seguintes novos elementos:

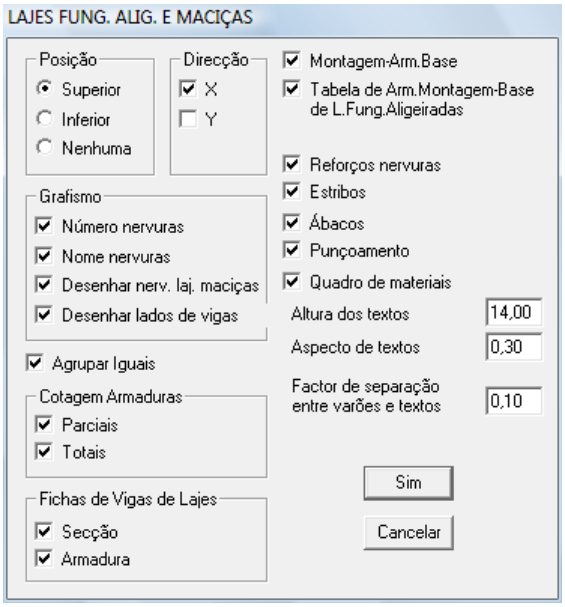
| Opção | Descrição |
|---|---|
| **Definir graficamente >>** | Ao seleccionar este botão, desaparecerá temporariamente esta caixa de diálogo e a zona actualmente em processo de retoque aparecerá rodeada com um rectângulo de cor vermelha. Seleccione o lado cuja posição deseja alterar com o botão primário do rato e de seguida seleccione a sua nova posição com o botão secundário do rato. Durante este processo pode mover a estrutura ou fazer zoom para facilitar a operação. Também pode bloquear ou desbloquear a malha. Quando terminar, aparecerá a caixa de diálogo de retoque com os novos valores da zona. |
| **Mover >>** | Ao seleccionar este botão, desaparecerá temporariamente esta caixa de diálogo e poderá reposicionar com o rato o grafismo da zona, do mesmo modo que com a função **Resultados > Desenhos > Lajes Fung. Aligeiradas-Maciças > Mover Armadura**. |

| | |
|---|---|
| **Aplicar** | Ao seleccionar este botão redesenham-se os desenhos da laje com os valores actuais da caixa de diálogo (mesmo que estes valores não sejam definitivamente guardados até que se seleccione o botão **Guardar**). |
| **Bloquear** | Se esta opção estiver seleccionada, a zona actual (incluindo as suas armaduras) não se modificarão mesmo que se recalculem as armaduras da laje ou toda a estrutura. No ecrã (mas não em impressora ou DXF) aparecerá um cadeado vermelho sobre a armadura da zona indicando que está bloqueada. |




**Nota importante:** é preciso ter precaução ao bloquear as armaduras das zonas de distribuição, pois se modificar posteriormente as acções ou os materiais da estrutura, **as armaduras da zona podem não ser suficientes para resistir aos esforços actualizados da laje**.

# A função *Resultados>Desenhos>Lajes Fung. Aligeiradas-Maciças>Desenhar...*




Esta função mostra uma caixa de diálogo onde se definem as diferentes opções de desenho dos planos de armadura das **lajes fungiformes aligeiradas e/ou das lajes maciças**. Dada a quantidade de informação que podem ter estes planos, é fundamental seguir um critério rigoroso de organização da informação em distintos planos. As opções disponíveis são as seguintes:

| Opção | Descrição |
|---|---|
| **Posição** | Permite escolher a posição da armadura a desenhar, entre **Superior** e **Inferior.** Também é possível seleccionar **Nenhum.** Não é possível representar simultaneamente a armadura superior e inferior. |
| **Direcção** | Permite escolher as direcções de armadura a visualizar. É possível visualizar a armadura na direcção **X,** na direcção **Y** ou em ambas. |
| **Grafismo** | Cada nervura identifica-se por um número e um nome. O número é atribuído automaticamente pelo programa, pelo que não pode ser modificado. Por outro lado, o nome depende da origem fixada mediante a função **Resultados>Desenhos>Lajes Fung. Aligeiradas-Maciças> Origem Escala.** As opções **Numerar nervuras** e **Nome nervuras** permitem mostrar o número e/ou o nome de cada nervura. |
| **Agrupar Iguais** | Permite que os varões de igual comprimento e diâmetro se representem de uma só vez. |
| **Montagem-Arm.Base** | Permite visualizar ou não a armadura de montagem de uma laje fungiforme aligeirada ou a armadura base de uma laje maciça. |
| **Reforços nervuras** | Permite visualizar ou não a armadura de reforço longitudinal das nervuras. |
| **Estribos** | Permite visualizar ou não a armadura de estribos das nervuras. |

**Ábacos** Permite visualizar ou não a armadura longitudinal dos ábacos. Existe a possibilidade de mostrar a armadura superior ou inferior, nas direcções X e/ou Y.

**Punçoamento** Permite visualizar ou não a armadura de punçoamento nos ábacos. No caso de ser necessário, aparece a armadura completa superior e inferior, nas direcções X e Y.

A nomenclatura adoptada para a armadura de punçoamento é a seguinte:

Se a armadura longitudinal é indicada da forma **2x3Ø12//20 (1.90)**, está formada por três varões ∅12 separados horizontalmente 20 cm quer na parte superior e quer na parte inferior da laje ou capitel, **(1.90)** indica o comprimento dos varões desde o eixo do pilar até ao seu extremo, devendo encaixar-se em patilha.

Se a armadura de estribos é indicada da forma **(0.39)9x2estØ8 //20:**

**(0.39)** Indica a posição do primeiro estribo, contado desde o eixo do pilar. O seu valor calcula-se a uma distância de **0.5·d** da face do pilar, sendo **d** a altura útil da laje ou capitel.

**9x2estØ8 //0.20** indica os estribos necessários: 9 estribos ∅8 afastados 20 cm.

**2est** indica que os estribos são constituídos por duas cintas de varões (2 estribos equivalem a 4 ramos).

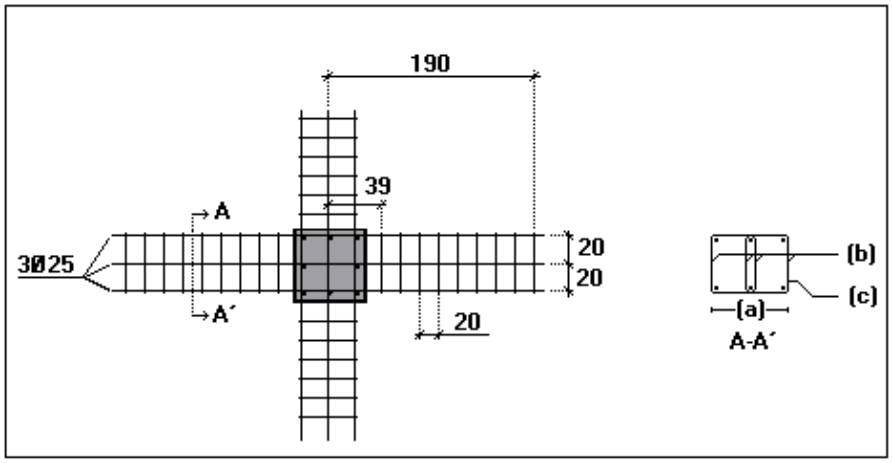



Figura 74: Exemplo da armadura de punçoamento. (a)Secção, (b)4 ramos (2estribos), (c)ø8.

**Quadro de materiais** Permite visualizar ou não no desenho do plano um quadro que defina os materiais utilizados no cálculo da laje fungiforme aligeirada ou da laje maciça.

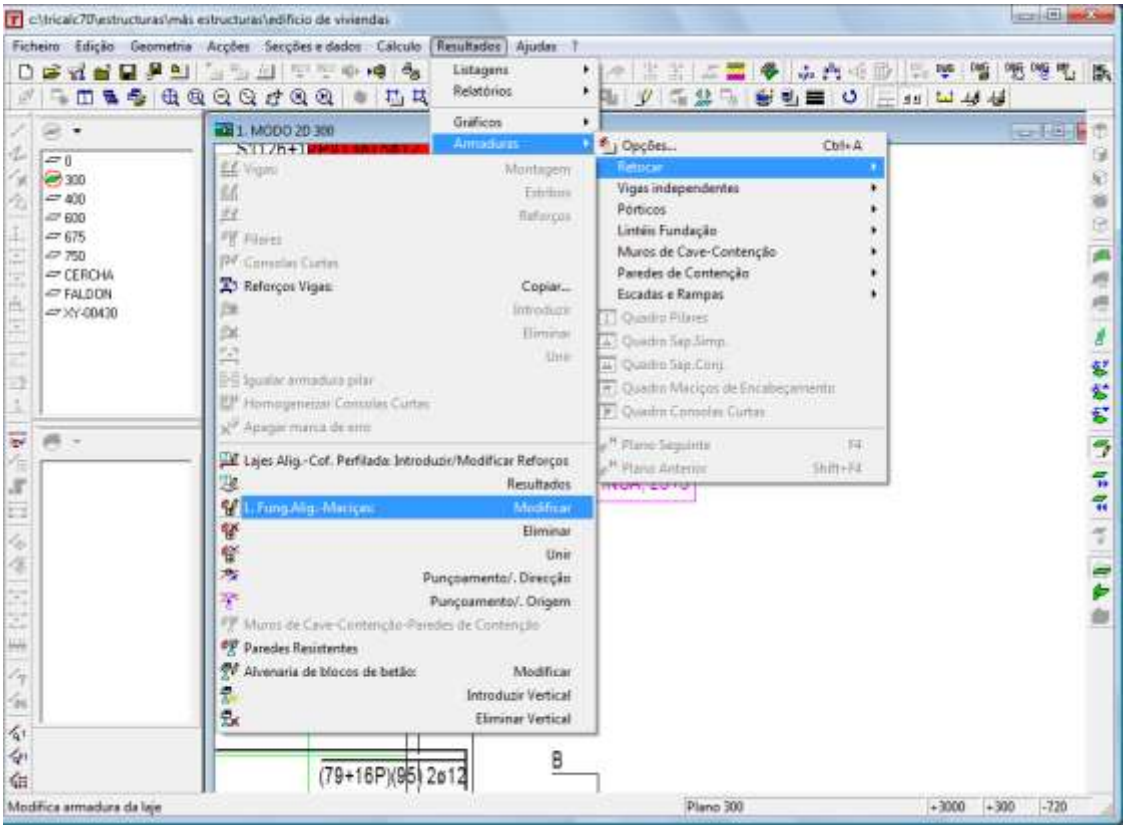
**Altura de textos** A altura dos textos mostrados no desenho da laje fungiforme aligeirada e/ou da laje maciça.

**Aspecto de textos** A relação largura/comprimento dos caracteres utilizados nos textos.

**Cotagem Armaduras** Permite visualizar ou não as cotas **Parciais** e/ou **Totais** dos varões.

**Vigas em laje** Com esta opção, indica se deseja mostrar a **Armadura** das vigas de laje e/ou um detalhe (inclui a sua armadura) da respectiva **Secção** de cada uma.

# O submenu *Resultados>Armaduras>Retocar*




Este submenu contém funções que permitem modificar ou eliminar a armadura de uma laje fungiforme aligeirada ou de uma laje maciça, tanto superior como inferior, nas nervuras ou nos ábacos.

**Importante:** Os retoques efectuados com estas funções não se recalculam pelo programa, ficando ao critério e responsabilidade do utilizador.

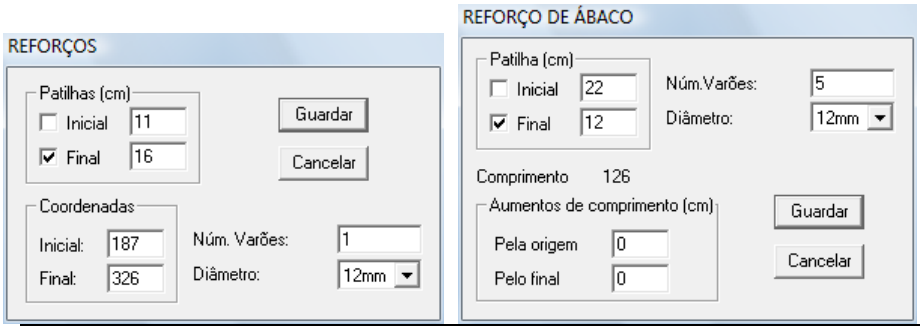
**L. Fung. Alig.-Maciças: Modificar**

Esta função permite modificar a armadura de uma laje. Para tal, selecciona-se graficamente o varão ou grupo de varões a modificar, aparecendo uma caixa de diálogo que permite modificá-los.

Se seleccionar uma armadura de reforço, aparece a caixa de diálogo **REFORÇOS,** que contém os seguintes dados:

| | |
|---|---|
| **Patilhas** | Colocação ou não de patilhas nos extremos **Inicial** e/ou **Final** do varão. |
| **Coordenadas** | Distâncias desde os pontos **Inicial** e **Final** do varão à origem, representado através de um ponto de cor vermelha. |
| **Núm. Varões** e **Diâmetro** | Número de varões e diâmetro do reforço. |

Se seleccionar uma armadura de ábaco, aparece a caixa de diálogo **REFORÇO DE ÁBACO,** que contém os seguintes dados:




**Patilhas** Colocação ou não de patilhas nos extremos **Inicial** e/ou **Final** do varão.

**Comprimento** Comprimento do varão (em cm).

**Aumentos de comprimento**

Comprimento que se quer incrementar ao actual, **Pela origem** ou **Pelo final** (em cm).

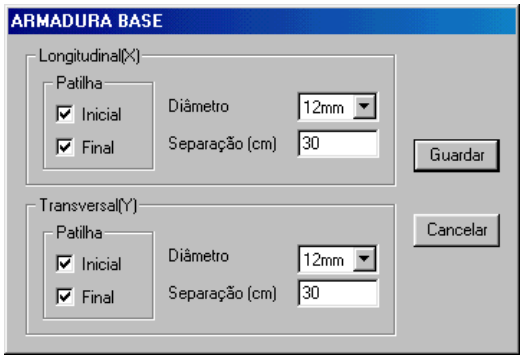
**Núm. Varões** e **Diâmetro**

Número de varões e diâmetro utilizado.

Se seleccionar a armadura base de uma laje maciça, aparece a caixa de diálogo **ARMADURA BASE,** que contém os seguintes dados:

**Longitudinal** Permite modificar o **Diâmetro** e **Separação** da armadura longitudinal (a armadura paralela ao eixo X).

**Transversal** Permite modificar o **Diâmetro** e **Separação** da armadura transversal (a armadura paralela ao eixo Y).




Se seleccionar uma armadura de punçoamento, aparece a caixa de diálogo **PUNÇOAMENTO,** que contém os seguintes dados:

**Arm. Longitudinal** Número de varões e diâmetro da armadura longitudinal, assim como a colocação ou não de patilhas nos extremos.

**Estribos** Número de varões, diâmetro e separação dos estribos, assim como a largura de cada estribo e a distância desde o primeiro estribo à origem.

| | |
|---|---|
| **Eliminar** | Esta função permite eliminar, num plano de laje, a armadura que se seleccione graficamente. |
| **Unir** | Permite unir a armadura longitudinal de duas nervuras que tenham a mesma direcção e o mesmo número e diâmetro de varões. |
| **Punçoa. Direcção** | Esta função permite modificar a direcção da armadura de punçoamento. |
| **Punçoa. Origem** | Esta função permite modificar o ponto de origem das linhas que indicam a armadura de punçoamento. |

## A função *Resultados>Listagens>Lajes Fung.Alig.-Maciças-Fundação>Vigas de laje*

Esta função gera uma listagem com a informação das vigas de laje utilizadas nas lajes fungiformes aligeiradas ou nas lajes maciça da estrutura.

Listagens
Plano Viga Ficha Secção Sup. Alma Inf. Estribos Y+Z
300 120 1010TA HOR 10x10 2ø10 0ø12 2ø10 1esta8//15
300 118 1010TA HOR 10x10 2ø10 0ø12 2ø10 1esta8//15
300 120 1010TA HOR 10x10 2ø10 0ø12 2ø10 1esta8//15
Armaduras+Esforços Vigas
Armaduras+Esforços Pilares
Flechas e Fissuras
Pentagem Barras
Muros de Cave-Contenção
Vigotas-Chapas
Vigas de laje(Fichas)

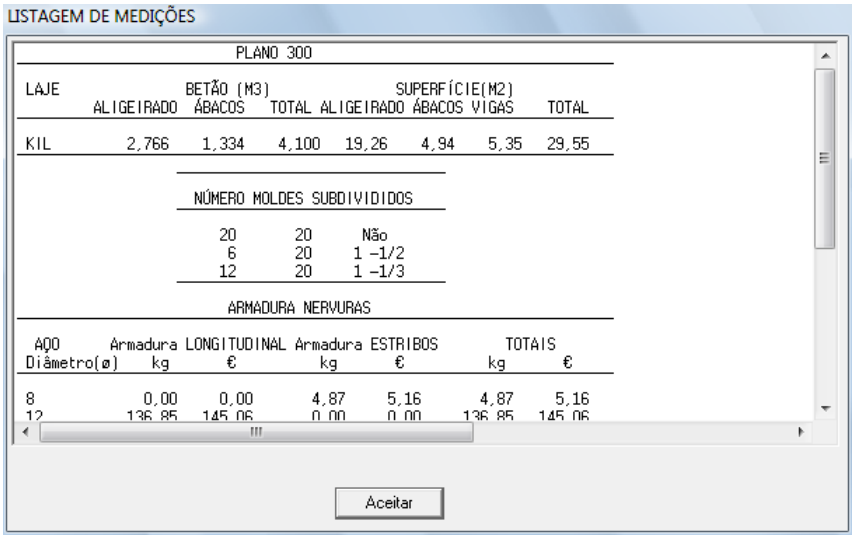
A informação mostrada nesta listagem é a seguinte:

| | |
|---|---|
| **PLANO** | O plano (a cota) onde se encontra a viga de laje. |
| **VIGA DE LAJE** | Número e nome (caso exista) da viga de laje. |
| **FICHA** e **SECÇÃO** | Nome da ficha da viga de laje, assim como a série e a secção que utiliza. |
| **Sup.** | Armadura longitudinal superior. |
| **Inf.** | Armadura longitudinal inferior. |
| **Estribos Y+Z** | Estribos paralelos aos eixos principais $Y_P$ e $Z_P$ da viga de laje. |

## A função *Resultados>Medições>Lajes Fung. Aligeiradas*

Na caixa de diálogo da função **Resultados>Medições>Opções...** podem-se definir as opções de apresentação das medições (capítulo 7).

Nesta caixa, se activar a opção **Agrupando Lajes** relativa a lajes fungiformes aligeiradas e a lajes maciças, obtêm-se as medições totais de cada plano de laje. Se desactivar, o programa oferece por separado as medições de cada laje, com referência ao plano a que pertence.


LISTAGEM DE MEDIÇÕES

PLANO 300

| LAJE | BETÃO (M3) ALIGEIRADO | ÁBACOS | TOTAL | SUPERFÍCIE(M2) ALIGEIRADO | ÁBACOS | VIGAS | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| KIL | 2,766 | 1,334 | 4,100 | 19,26 | 4,94 | 5,35 | 29,55 |

NÚMERO MOLDES SUBDIVIDIDOS

| | | |
|---|---|---|
| 20 | 20 | Não |
| 6 | 20 | 1 -1/2 |
| 12 | 20 | 1 -1/3 |

ARMADURA NERVURAS

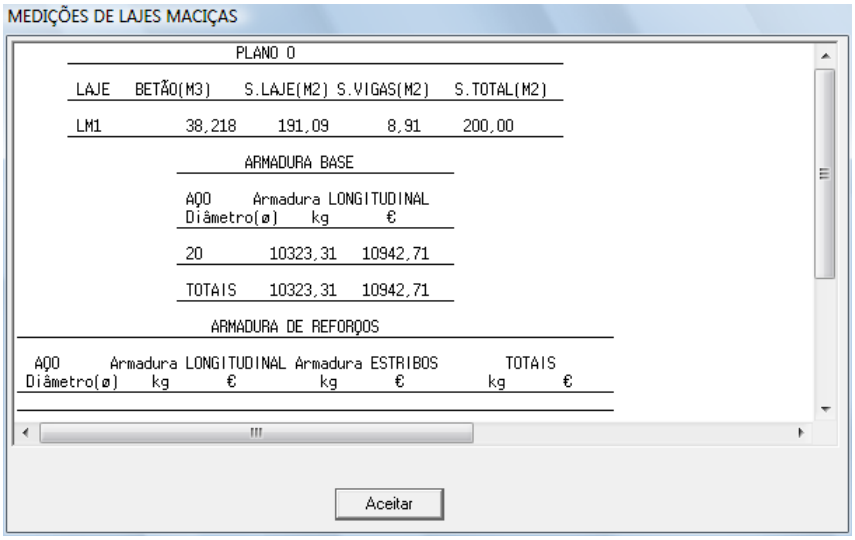
| AÇO Diâmetro(ø) | Armadura LONGITUDINAL kg | € | Armadura ESTRIBOS kg | € | TOTAIS kg | € |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 0,00 | 0,00 | 4,87 | 5,16 | 4,87 | 5,16 |
| 12 | 136,85 | 145,06 | 0,00 | 0,00 | 136,85 | 145,06 |

Aceitar

Nesta listagem aparecem em primeiro lugar as medições totais de betão de cada laje fungiforme aligeirada, assim como as suas superfícies. Em seguida, indica-se o número de moldes necessários de cada modelo, separando os moldes em inteiros e em moldes subdivididos.

Por último, discretizam-se as medições do aço, segundo cada diâmetro utilizado nas armaduras longitudinais e transversais (estribos), tanto em nervuras como em ábacos.

## A função *Resultados>Medições>Lajes Maciças*


MEDIÇÕES DE LAJES MACIÇAS

PLANO 0

| LAJE | BETÃO(M3) | S.LAJE(M2) | S.VIGAS(M2) | S.TOTAL(M2) |
|---|---|---|---|---|
| LM1 | 38,218 | 191,09 | 8,91 | 200,00 |

ARMADURA BASE

| AÇO Diâmetro(ø) | Armadura LONGITUDINAL kg | € |
|---|---|---|
| 20 | 10323,31 | 10942,71 |
| TOTAIS | 10323,31 | 10942,71 |

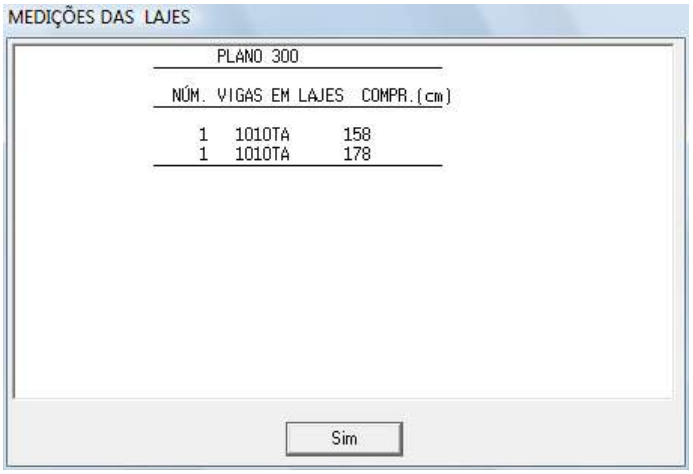
ARMADURA DE REFORÇOS

| AÇO Diâmetro(ø) | Armadura LONGITUDINAL kg | € | Armadura ESTRIBOS kg | € | TOTAIS kg | € |
|---|---|---|---|---|---|---|

Aceitar

Nesta listagem aparecem em primeiro lugar as medições totais de betão de cada laje maciça, assim como as suas superfícies. Em seguida, discretizam-se as medições do aço, segundo cada diâmetro utilizado na armadura base, em reforços e na armadura de punçoamento.

## A função *Resultados>Medições>Vigas de laje*




Nesta listagem aparecem as vigas de laje de cada plano, com a indicação do número de vigas de laje iguais, a sua ficha e o seu comprimento.

## A função *Resultados>Gráficos>Isovalores...*

Esta função permite visualizar graficamente, através de um código de cores, os seguintes dados de uma laje fungiforme ou de uma laje maciça:

Os deslocamentos ou rotações de cada ponto do plano, segundo os três eixos gerais.

Os esforços axiais, transversos, flectores e torsor de cada ponto do plano.

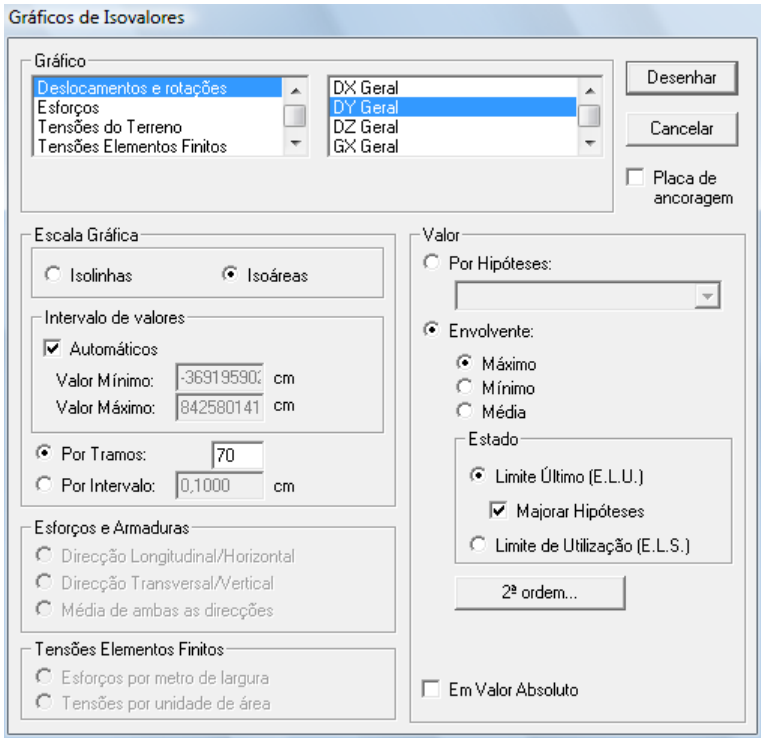
Numa laje de fundação, as tensões produzidas no terreno em cada ponto.

Todos estes dados podem solicitar-se para uma hipótese de acções determinada ou para a envolvente de todas as combinações de hipóteses.

Nos gráficos de isovalores, representam-se da mesma cor todos os pontos do plano que têm os mesmos valores, oscilando a degradação de cores entre um mínimo (azul) e um máximo (vermelho), que podem ser definidos pelo utilizador para cada gráfico que se solicite.

A melhor representação obtém-se se fizer coincidir os valores mínimo e máximo com o mínimo e o máximo que se produzam no plano.

Na Figura 75, representa-se um gráfico de isovalores dos deslocamentos verticais de uma laje maciça. Representa-se em azul a zona que tem um menor deslocamento por estar próxima aos pilares e em vermelho, a que possui maiores deslocamentos.


Gráficos de Isovalores
Gráfico
Deslocamentos e rotações
Esforços
Tensões do Terreno
Tensões Elementos Finitos
DX Geral
DY Geral
DZ Geral
GX Geral
Desenhar
Cancelar
Placa de ancoragem
Escala Gráfica
Isolinhas
Isoáreas
Intervalo de valores
Automáticos
Valor Mínimo:
Valor Máximo:
cm
Por Tramos:
70
Por Intervalo:
0,1000
Esforços e Armaduras
Direcção Longitudinal/Horizontal
Direcção Transversal/Vertical
Média de ambas as direcções
Tensões Elementos Finitos
Esforços por metro de largura
Tensões por unidade de área
Valor
Por Hipóteses:
Envolvente:
Máximo
Mínimo
Média
Estado
Limite Último (E.L.U.)
Majorar Hipóteses
Limite de Utilização (E.L.S.)
2ª ordem...
Em Valor Absoluto

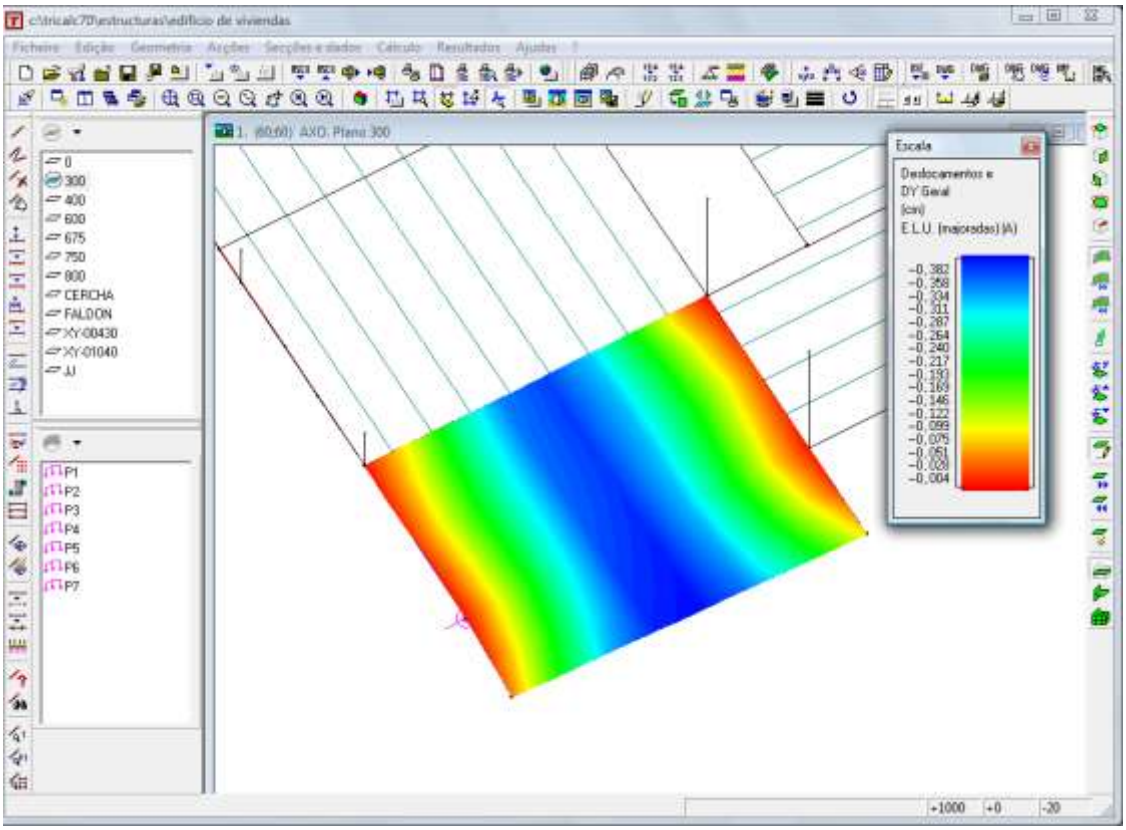



Figura 75: Gráfico de isovalores dos deslocamentos verticais de uma laje maciça.

# Capítulo 15

# Paredes Resistentes

**INTRODUÇÃO**

- Neste capítulo explica-se como introduzir, calcular e obter resultados de paredes resistentes de betão, de tijolo e de outros materiais, utilizando o módulo Tricalc.10.

**OBJECTIVOS**

- O utilizador aprenderá a definir a geometria das paredes resistentes integradas na estrutura definindo os seus materiais, acções, opções de comprovação de armaduras e obtendo os resultados correspondentes.

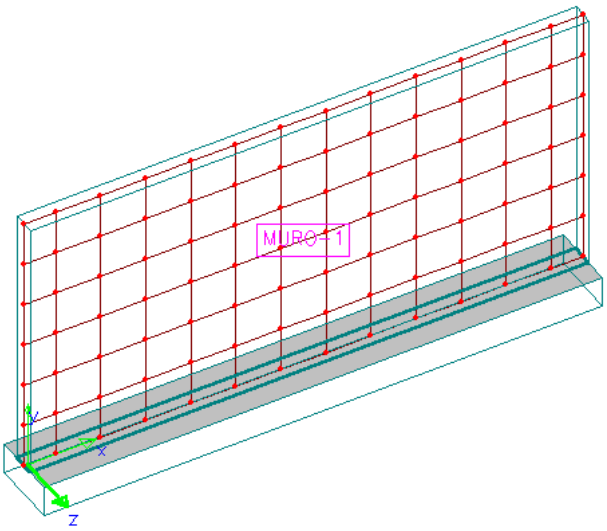
## Definições prévias

| | |
|---|---|
| **Plano de Parede** | É um plano de trabalho da estrutura, sempre vertical, que contém uma ou várias paredes resistentes. |
| **Parede Resistente** | É uma zona de parede resistente dentro de um **plano de parede** que se caracteriza por:<br>■ Ter a mesma espessura.<br>■ Ter o mesmo material ou características resistentes.<br>■ Ter o mesmo estado de acções.<br>■ Ter um nome específico e diferente das restantes paredes. |

As paredes resistentes são elementos estruturais de grande rigidez que absorvem grande parte dos esforços que actuam sobre uma estrutura. Estes esforços podem ser horizontais (impulsos de vento e de sismo - núcleos resistentes) como verticais (paredes de carga).

As paredes resistentes calculadas com Tricalc.10 são elementos verticais em forma de prisma recto, com a possibilidade de deslocamento vertical de um vértice superior. As faces de cada parede resistente serão sempre paralelas duas a duas (excepto a face superior e inferior). Isto significa que não se permitem paredes de espessura variável, paredes com uma lateral inclinada, mas permitem-se paredes com o seu lado superior em pendente. Permitem-se aberturas rectangulares no interior das paredes

introduzidas, existindo uma distância mínima em relação ao bordo (1x espessura). Tricalc.10 permite calcular a fundação das paredes apoiadas no terreno como sapata contínua.




Cada parede resistente possui eixos locais de modo que o plano da parede coincida com o plano XY (X é o eixo horizontal e Y o vertical), sendo o eixo Z o horizontal que define a direcção da espessura da parede. Estes eixos desenham-se no ecrã num dos pontos extremos de cada parede (Geometria>Paredes Resistentes>Desenhar Eixos).

Tricalc calcula as paredes resistentes através do método dos elementos finitos, estando o cálculo integrado com o resto dos elementos da estrutura. Para uma explicação do método e tipo de elemento utilizado remete-se para o Manual de Instruções.

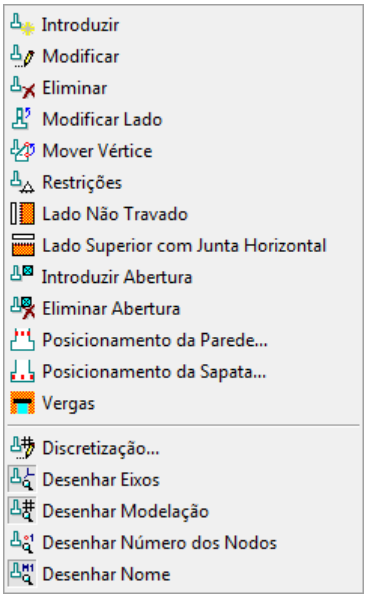
É possível introduzir paredes em contacto com qualquer outro elemento estrutural, como lajes, vigas e pilares, bem como intersecções de paredes em qualquer ângulo. Caso se introduzam paredes resistentes com lajes fungiformes aligeiradas ou maciças, deve-se introduzir uma viga de ficha pré-definida na intersecção entre ambos. Caso não tenha introduzida uma viga de laje na intersecção de lajes fungiformes aligeiradas ou maciças com o plano da parede, ao executar a função de Geometria>Verificar o programa cria-a automaticamente e deverá atribuir-lhe uma secção de ficha pré-definida.

A parede resistente receberá automaticamente os esforços que lhe sejam transmitidos tanto pelas barras como pelos nós (extremos de barras) contidos nela. A rigidez das barras contidas na parede adiciona-se à da parede, ainda que normalmente esta situação não afecte o cálculo da parede devido à grande diferença de rigidez entre estes elementos. No caso de pilares, quando a espessura da parede for igual às dimensões do pilar, pode eliminar-se o pilar.

Todas as paredes resistentes numa estrutura estão contidas num plano de trabalho vertical. Se o plano é paralelo aos eixos gerais, Tricalc define o plano no momento da criação da parede e identifica-o pela sua posição no espaço (ex: XY000300, plano paralelo a XY passando na coordenada 300 de Z). Se a parede não é paralela aos eixos, o programa solicita que seja definido um nome ao plano que conterá a parede.

Na visualização em modo sólido representam-se, conjuntamente com o resto dos elementos, as paredes resistentes definidas, cada uma com a sua cor e textura correspondente ao material atribuído.

# O submenu *Geometria>Paredes resistentes*




Neste submenu encontram-se as funções que permitem definir as paredes resistentes de forma integrada com o resto da estrutura, assim como as funções de edição e modificação das paredes já introduzidas.

A definição de uma parede resistente, se a mesma tiver várias alturas, pode-se efectuar dividindo em tantos troços como pisos tenha a estrutura ou como uma parede única, com uma altura igual à de todos os pisos. Normalmente será mais conveniente dividir as paredes em várias alturas caso se pretenda que a armadura de cada troço possa ser diferente do restante, optimizando assim a sua armadura. Também se podem definir desta forma diferentes espessuras consoante a altura. Ao trabalhar por planos horizontais será mostrado o troço de parede correspondente a cada piso.

| Função | Descrição |
|---|---|
| **Introduzir** | Esta função permite introduzir uma parede de forma gráfica. Para isso seleccionam-se os dois extremos da parede, que podem ou não coincidir com nós existentes na estrutura e como terceiro ponto pode seleccionar um outro que defina a altura da parede ou pode cancelar a operação e definir a altura de forma numérica na caixa de diálogo de criação da parede que aparece de seguida. Nela definiremos as dimensões, materiais e características da parede. Pressionando o botão **Criar**, o programa introduz a parede segundo os parâmetros definidos. |

**Nome/Nível** Escreve-se um nome diferente para cada parede. A parte direita (nível) mostra um número que automaticamente se adicionará ao **nome**, no caso de definir a parede com vários níveis (ver botão **Alturas...**), de modo que o troço inferior comece com o número definido e os superiores aumentem a sua numeração a partir da definida.

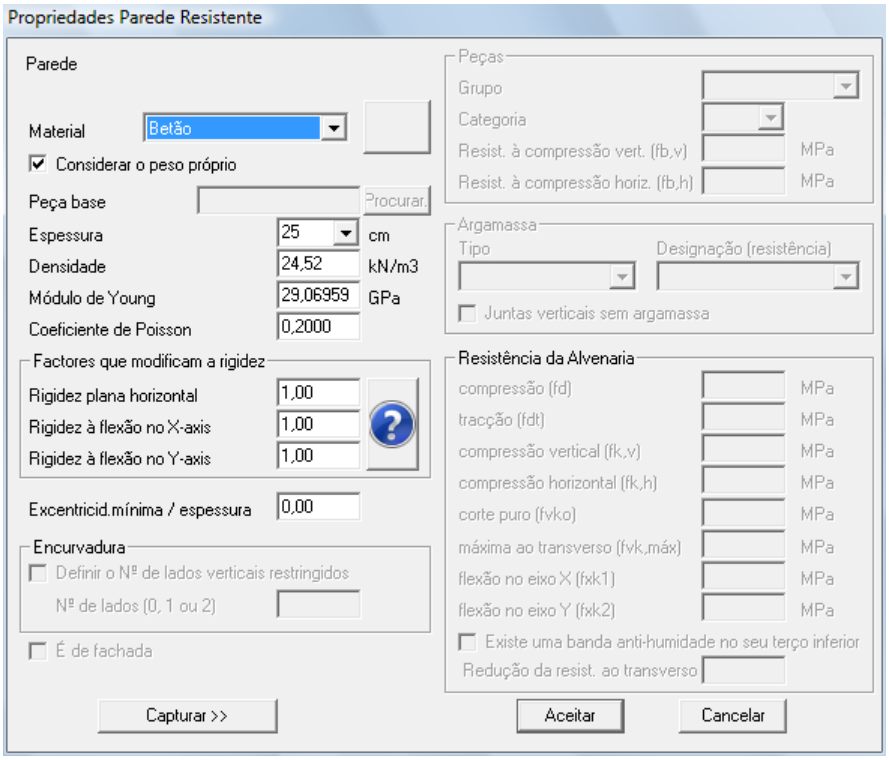
**Posicionamento** Permite definir a posição da parede relativamente aos seus eixos locais, indicando se a parede cresce para o **exterior** (o plano XY situa-se na face interior da parede), **centrado** (o plano XY está na metade da espessura da parede) ou para o **interior** (o plano XY coincide com a face exterior).

**Cota Superior** Define-se a cota do coroamento ou parte superior da parede.

**Cota Inferior** Indica-se a cota de arranque da parede e as restrições exteriores que se impõem aos nodos da cota inferior da mesma, da mesma forma como se definem apoios em qualquer outro nó da estrutura.

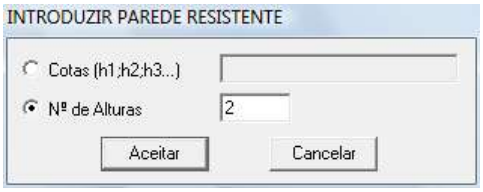
**Sapata** Permite definir a sapata da parede (só se a parede tiver condições de apoiado) e o posicionamento da mesma.

**Propriedades...** Dá acesso à caixa de definição das características da parede. Nela define-se o material (caso o material seja tijolo, pode-se seleccionar o tipo de tijolo, a sua resistência, a plasticidade da argamassa, espessura das juntas e tipo de argamassa), caso se pretenda ou não considerar o peso próprio da parede, a espessura da mesma, a densidade do material, módulo de Young, coeficiente de Poisson e no caso de paredes que não sejam de betão, resistência à compressão e resistência à tracção. Estes valores inicializam-se com os valores por defeito ao seleccionar o material, porém é sempre possível modificá-los.




Caso a parede seja calculada com sapata, na parte inferior podem-se especificar dimensões mínimas para a altura e largura da mesma. Se estes campos ficarem em branco, então o programa dimensiona de forma automática as sapatas. Podem-se definir nos campos **Extremidade X+** e **Extremidade X-** que o extremo da sapata sobressaia relativamente ao comprimento parede, para evitar um pico de tensões da fundação sobre o terreno nos extremos e diminuir as dimensões da sapata.

**Alturas...** Permite estabelecer uma divisão em altura da parede. Acede-se a uma caixa de diálogo onde se indicam as alturas em que se quer dividir a parede (habitualmente a distância entre pisos) ou o número de alturas iguais em que o programa as pode dividir. Caso se seleccione mais de uma altura, o nome do troço inferior é o especificado em **Nome/Nível**, adicionando o número indicado em **Nível**, nomeando-se o resto dos pisos com os valores correlativos de **Nível**. Por exemplo, se o nome é **PAR1** e o nível é **3**, ao criar uma parede de 2 alturas nomear-se-ão como **PAR103** e **PAR104**.




**Modificar** Através desta função é possível modificar todos os parâmetros de uma parede resistente já introduzida. Após seleccionar esta função selecciona-se graficamente a

parede a modificar, tanto nas linhas do seu perímetro como na etiqueta com o seu nome e exibem-se os parâmetros da mesma caixa utilizada para a introdução.

**Eliminar** Elimina uma parede resistente introduzida, seleccionando graficamente a parede.

**Modificar Lado** Desloca um lado de uma parede ou de uma abertura. Para utilizar esta função deve-se activar o plano da parede sobre o qual se queira actuar. Selecciona-se o lado a deslocar e posteriormente os pontos inicial e final que definem a translação do lado. A distância entre dois lados da parede ou entre o lado de uma parede e o de uma abertura **deve ser maior que a espessura da parede.**

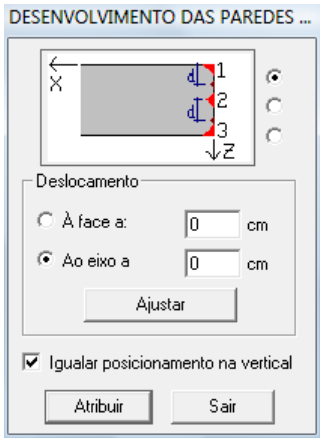
**Encastramentos** Permite definir uma restrição externa a todos os nodos de um lado de uma parede (ou de uma abertura).

**Introduzir Abertura** Introduz uma abertura rectangular numa parede resistente. É necessário ter activado o plano da parede no qual se deseja introduzir a abertura. Para definir a abertura selecciona-se a parede na qual se introduzirá a abertura e posteriormente, definem-se os dois vértices opostos da abertura, o vértice superior esquerdo e o inferior direito. A distância dos lados da abertura, devem distar do contorno da parede pelo menos a espessura desta.

**Eliminar Abertura** Permite eliminar uma abertura introduzida numa parede. Selecciona-se a abertura a eliminar em qualquer dos seus lados e o programa solicita confirmação. Não é necessário ter activado nenhum plano de trabalho.

**Posicionamento Parede**

Permite modificar a forma de posicionamento de uma parede introduzida, podendo especificar-se distâncias entre as faces e eixos da parede e o plano da mesma. O botão **Ajustar** permite ajustar o posicionamento da parede tomando como referência um desenho que seja importado. O posicionamento só afecta a parede que se indique de seguida, podendo ter um posicionamento diferente das que apoiam sobre ele.




**Posicionamento sapata**

Define a forma de posicionamento da sapata da parede especificada. Admitem-se sapatas centradas, excêntricas ou descentradas (com vãos diferentes em cada lado). O botão **Ajustar** permite ajustar o posicionamento da sapata tomando como referência um desenho que seja importado.

**Discretização** Através desta função define-se o tamanho máximo dos elementos finitos que se deseja considerar num plano de parede, afectando todas as paredes definidas

| | |
|---|---|
| | nesse plano. É possível definir diferentes dimensões nos dois eixos do elemento. Todas as paredes contidas no mesmo plano terão a mesma discretização. É possível que se elaborem elementos com dimensões diferentes das definidas nestes campos, devido ao facto dos elementos terem de se adaptar às dimensões reais da parede, ou às uniões com lajes ou barras. O valor por defeito é de 50cm. Podem utilizar-se valores maiores, por exemplo 100cm, se a geometria da estrutura é regular ou se quiser obter uma primeira aproximação de resultados mais rápida. Em qualquer caso à que ter em conta que o tamanho dos elementos afecta o número de nodos, portanto no tempo de cálculo da estrutura. |
| Desenhar Eixos | Esta função activa ou desactiva a visualização no ecrã dos eixos locais de todas as paredes resistentes introduzidas. |
| **Desenhar Modelação** | Esta função activa ou desactiva a visualização no ecrã da modelação (posição real dos nodos) das paredes resistentes da estrutura. É necessário ter a estrutura modelada. |
| **Desenhar Número Nodos** | Esta função activa ou desactiva a visualização no ecrã dos números de cada nodo. Para visualizar os números dos nodos é necessário activar a visualização da modelação e ter a estrutura modelada. |

## Introdução de acções

É possível definir o estado de acções a que estão submetidas as paredes introduzidas. As acções que é possível aplicar sobre paredes resistentes são acções do tipo **Em Planos**, independentemente que para efeitos de cálculo, as acções das barras contidas na parede se transmitam automaticamente à mesma.

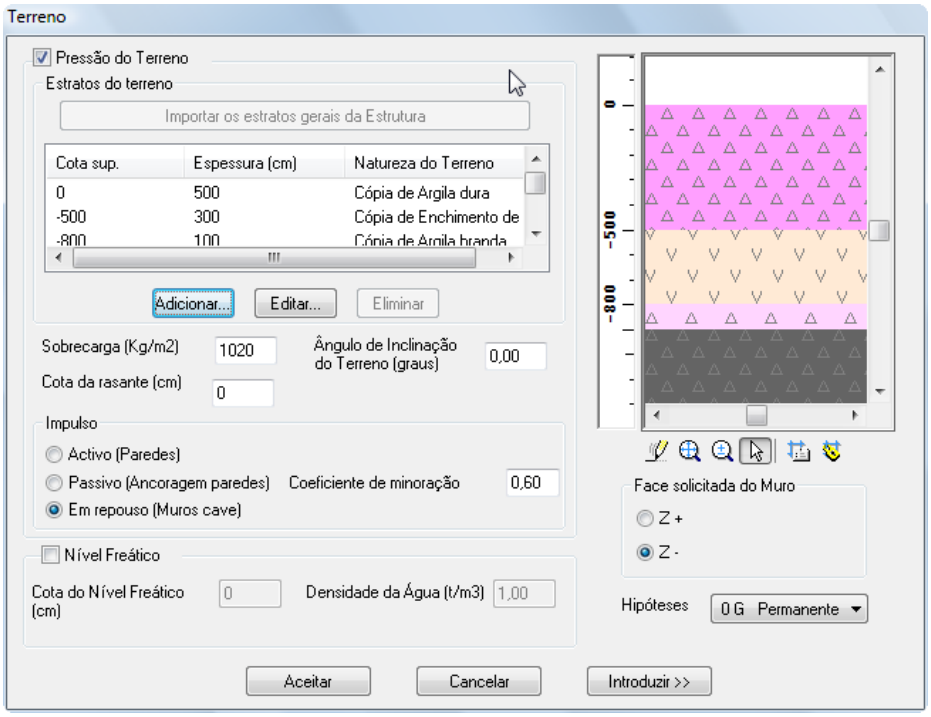
No menu **Acções>Definir...** seleccionam-se e definem-se os tipos de acção a aplicar nas paredes resistentes, sempre sobre um plano. Os tipos podem ser **Pontual**, **Linear**, **Superficial**, **Momento** ou **Terreno/Fluídos**.

Após definir a acção, pressiona-se o botão **Introduzir>>** ou executa-se a função **Acções>Introduzir>Em Plano** e introduz-se de modo habitual.

As acções introduzidas repartem-se entre os nodos dos elementos sobre os quais se aplicam de forma proporcional à área de influência de cada um.

## Pressão de Terras e Fluidos

Uma acção sobre planos específica para paredes resistentes é a de pressão de terrenos e a pressão hidrostática de fluidos. Definem-se no menu **Acções>Definir...** seleccionando **Em Planos**, **Terreno/Fluidos.** Na caixa de diálogo definem-se os seguintes parâmetros:

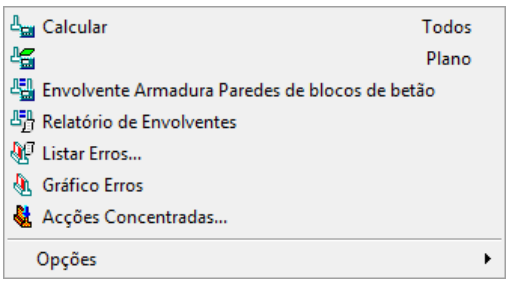



| Opção | Descrição |
|---|---|
| **Pressão do Terreno** | Activa-se este campo caso se queira considerar o impulso produzido pelo terreno. |
| **Tipo** | Selecciona-se do menu desdobrável o tipo de terreno que produzirá o impulso a considerar. Nos campos correspondentes ao tipo de terreno actualizam-se os valores consoante o seleccionado, valores que podem ser modificados pelo utilizador. |
| **Sobrecarga** | Neste campo indica-se o valor de uma acção superficial horizontal considerada no terreno adjacente à parede. |
| **Cota do Solo** | Define-se a cota à qual está situada a superfície do terreno. O impulso nesta cota será zero. |
| **Impulso** | Através destas opções selecciona-se o tipo de impulso que se pretende considerar: impulso activo, passivo ou em repouso. |
| **Pressão Hidrostática** | Caso pretenda incluir a pressão produzida por um fluído activar-se-á esta opção. Pode considerar com esta opção o impulso originado pelo nível freático ou por um fluído interno caso se calcule um depósito. Será preciso introduzir a acção de pressão do terreno e a de pressão hidrostática em diferentes hipóteses para considerar o estado de acções da parede com fluído (cheio) e sem fluído (vazio). |
| **D. Fluido** | Especifica-se a densidade do fluído a considerar (habitualmente 10kN/$m^3$ caso seja água). |
| **Cota** | Indica-se neste campo a cota superior do fluído. |

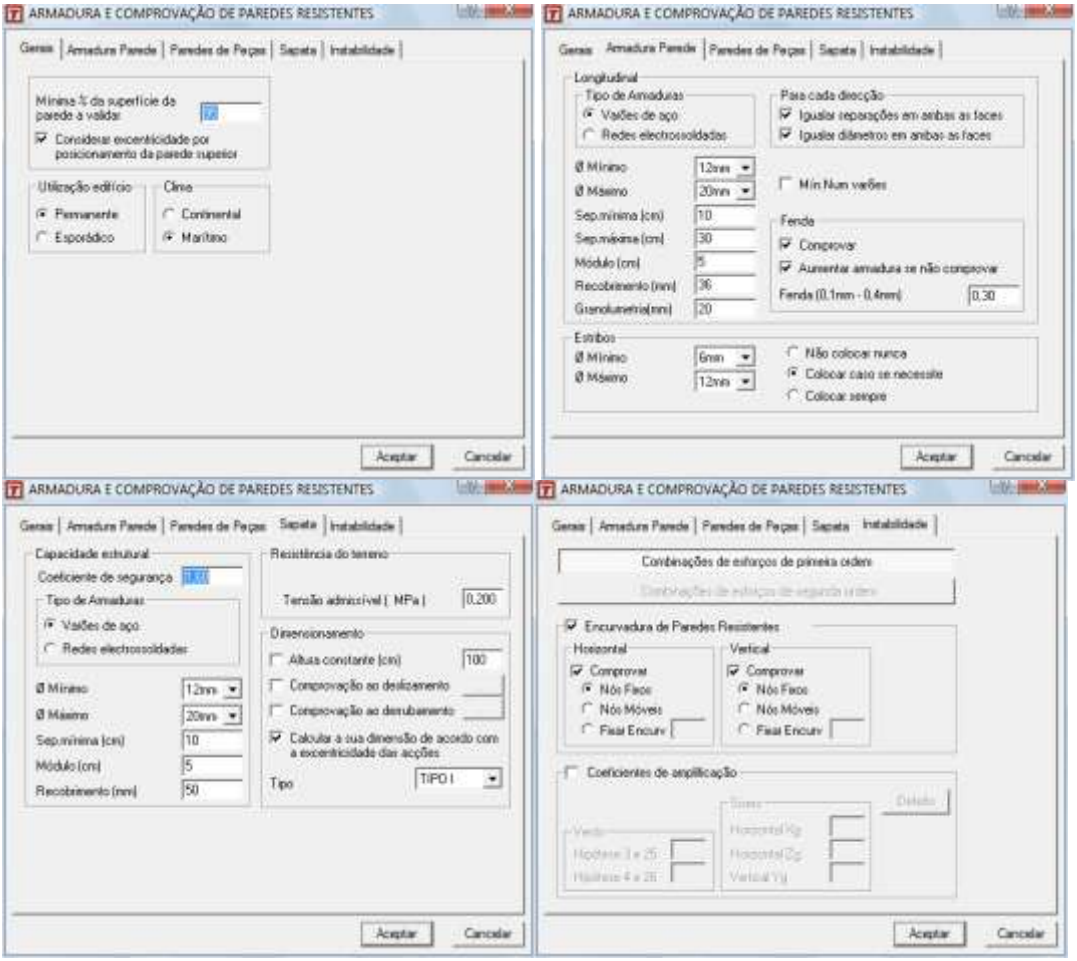
| | |
|---|---|
| **Face Solicitada da Parede** | Neste grupo indica-se a face na qual se aplica a pressão (Z+ ou Z-). Caso se introduza pressão do terreno com nível freático, as acções aplicar-se-ão sobre a mesma face, no caso de se calcular um depósito enterrado, por exemplo, o terreno actuará numa face e o fluído na outra. Então introduzir-se-á primeiro o terreno (na hipótese 0 numa face) e como uma segunda acção, a pressão do fluído (na hipótese 1 na face oposta). |
| **Hipótese** | Como acontece em todas as acções, indicar-se-á a hipótese de acção à qual se queira associar, a que se está a definir. Desta forma, poder-se-ia considerar que o fluído estava numa hipótese de acção não permanente, caso se pretenda que o programa considere a presença ou ausência do fluído (depósito cheio ou vazio, variações de nível freático, etc.). |

## O submenu *Cálculo>Paredes resistentes*

Este submenu permite calcular as paredes resistentes introduzidas, calculando a armadura das paredes de betão e das sapatas definidas e comprovando as paredes de vários materiais.

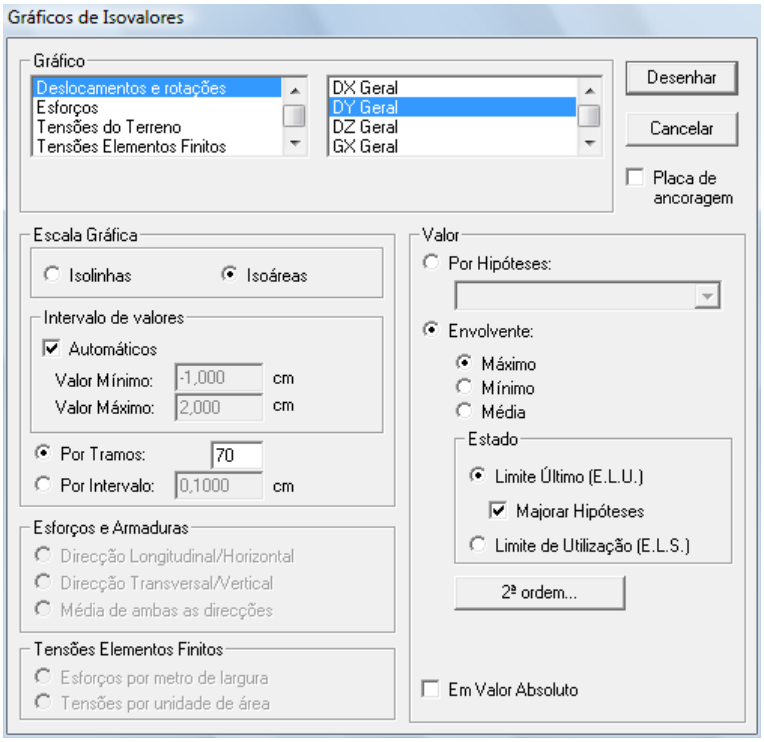



| Função | Descrição |
|---|---|
| **Calcular Todos** | Esta função procede ao cálculo dos desenhos de armaduras de todas as paredes resistentes de betão e a comprovação das de outros materiais. |
| **Calcular Plano** | Esta função calcula o desenho de armaduras de todas as paredes contidas num plano de parede resistente seleccionado pelo utilizador. |
| **Listar Erros...** | Esta função exibe uma caixa de diálogo com os erros que se produziram no último cálculo das paredes resistentes da estrutura. |
| **Gráfico Erros...** | Esta função assinala de forma gráfica (em cor vermelha), as paredes resistentes ou parcelas destas que, após o cálculo, não cumpram as limitações especificadas. |
| **Opções...** | Esta função exibe a caixa de diálogo que permite definir as opções de armadura e comprovação das paredes resistentes. Nela definem-se os tipos de armadura para paredes de betão, sapatas, diâmetros, separações, opções de homogeneização de varões, opções de encurvadura e características do terreno e da fundação. Para mais informação sobre esta caixa remete-se para o manual de instruções. |




**Materiais...** Esta função exibe uma caixa de diálogo onde se define o tipo de betão e de aço utilizado para as paredes resistentes de betão armado. Especifica-se nesta caixa o nível de controlo dos materiais para efeitos de minoração de resistências.

## A função *Resultados>Gráficos>Isovalores...*

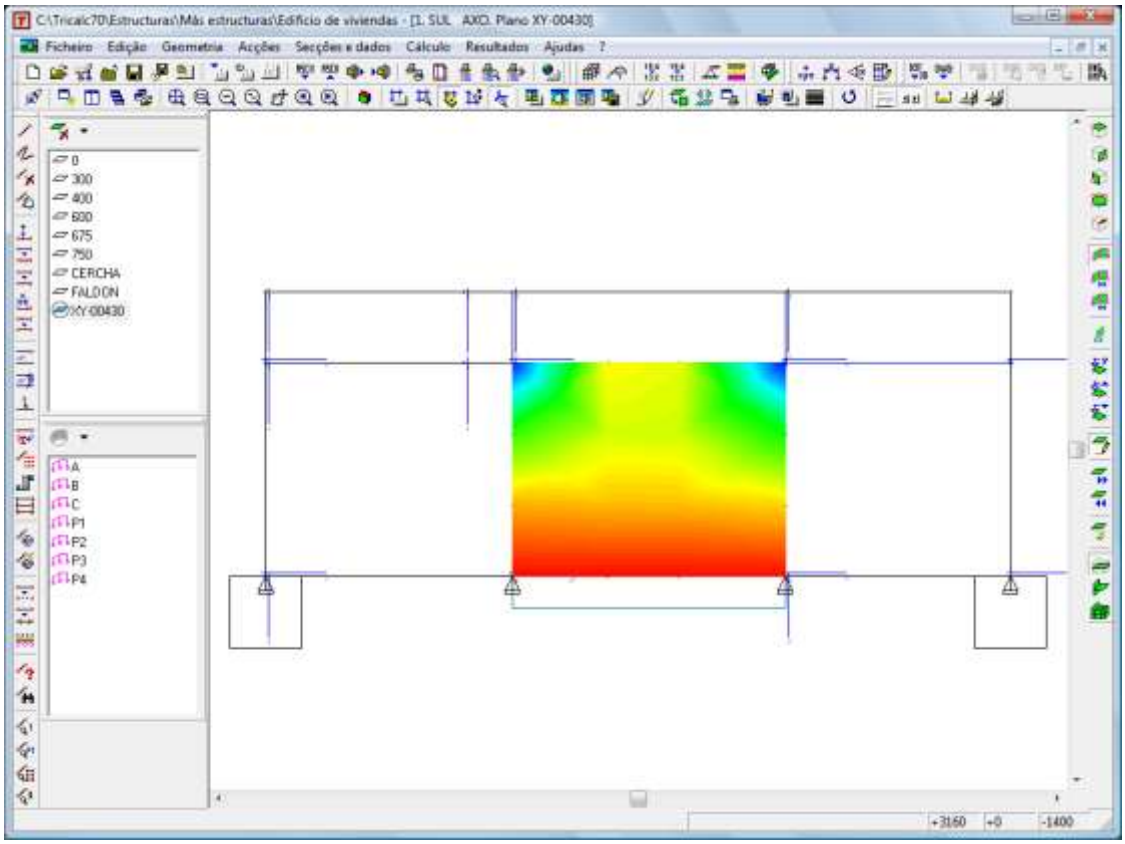



Esta função exibe através de um código de cores, distintos gráficos de esforços e deslocamentos das paredes resistentes da estrutura. Os resultados que se podem visualizar são:

- Deslocamentos ou rotações de cada nodo da parede resistente, segundo os eixos gerais.
- Tensões de elementos finitos, mostrando oito tipos de tensões a que estão submetidos os elementos que constituem as paredes. Estas tensões estão referenciadas aos eixos locais de cada parede.

Estes gráficos podem-se obter para uma determinada hipótese ou para a envolvente de todas as combinações de acções. Podem-se obter gráficos por áreas de cor (Isoáreas) ou gráficos de linhas (Isolinhas).

É possível definir o valore máximo e mínimo considerados na escala gráfica ou deixar que o programa os seleccione em função dos máximos e mínimos reais nessa visualização.

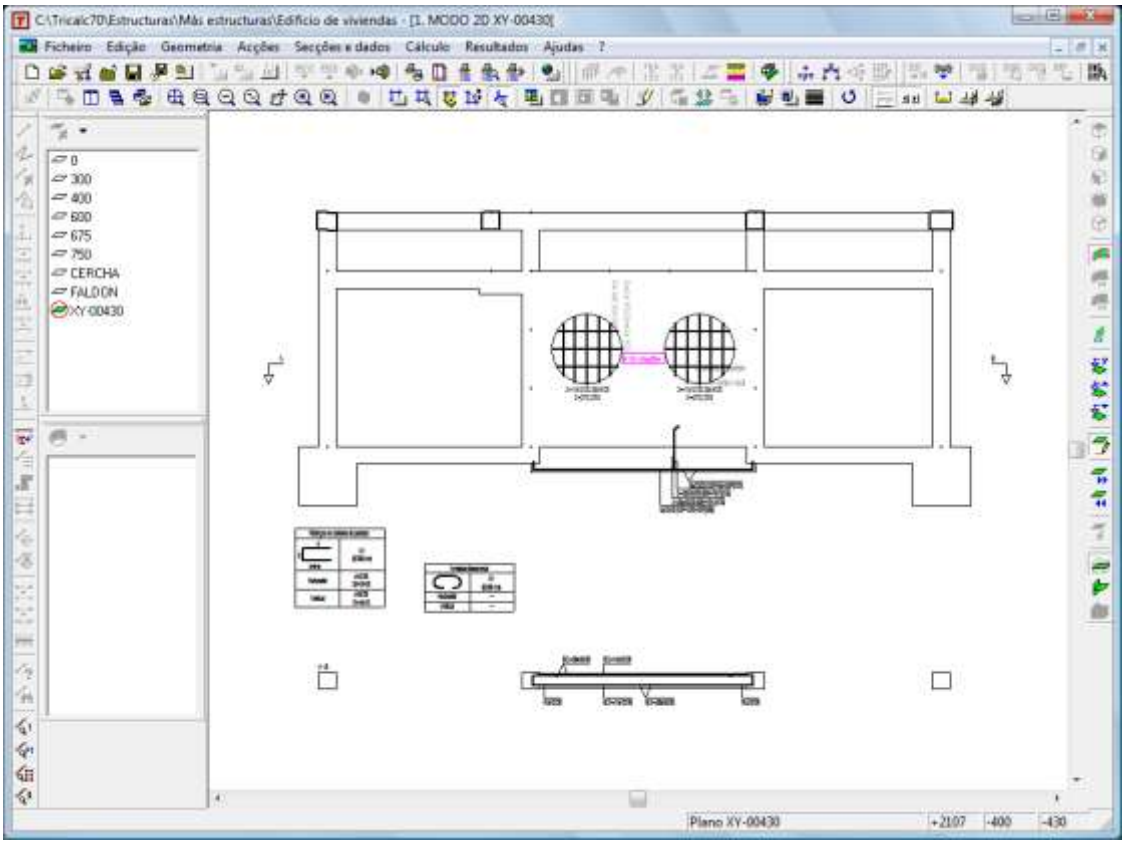



## Desenhos de Paredes resistentes

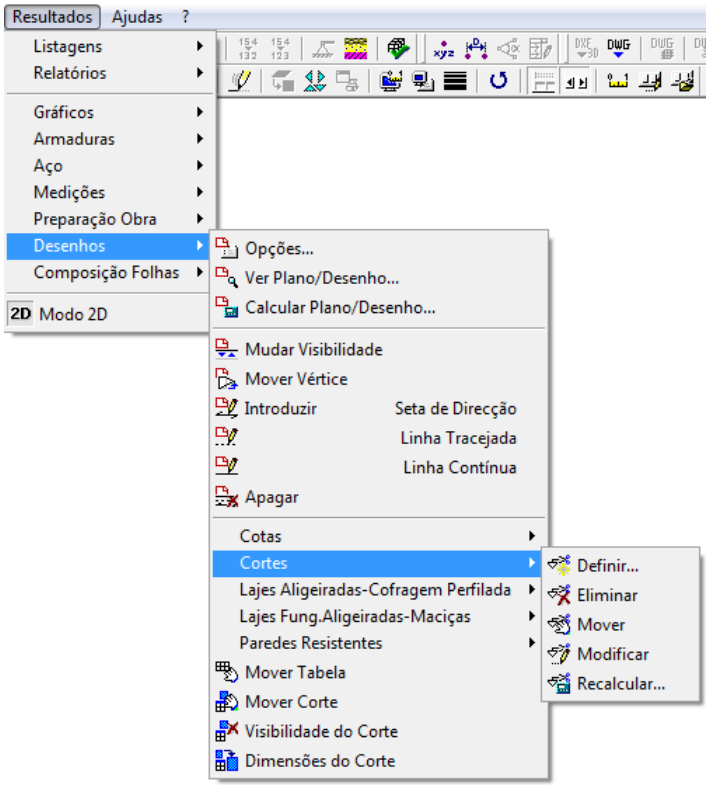
Os resultados de desenho de paredes resistentes que o programa gera visualizam-se como qualquer outro desenho, com a função **Resultados>Desenhos>Ver Plano...,** seleccionando de seguida o plano de parede resistente que se pretende visualizar no ecrã.

O programa mostra um desenho com todos os elementos incluídos no plano seleccionado, não só paredes resistentes. A informação mostrada está actualizada pela última vez que se calculou o plano. Caso se modifique a geometria ou o dimensionamento dos elementos incluídos nele, é necessário recalcular o plano para actualizar os desenhos, através da função **Resultados>Desenhos.>Calcular Plano...**.

Nos desenhos de paredes resistentes podem-se introduzir os mesmos elementos gráficos adicionais (linhas, cotas, cortes...) como no resto dos desenhos.


C:\Tricalc70\Estructuras\Más estructuras\Edificio de viviendas - [1. MODO 2D XY-00430]
Ficheiro Edição Geometria Acções Secções e dados Cálculo Resultados Ajudas ?
0
300
400
600
675
750
CERCHA
FALDON
XY-00430
Plano XY-00430
+2107
-400
-430

# O submenu *Resultados>Desenhos>Cortes*




Neste submenu encontram-se as funções que permitem definir e modificar os cortes (secções) em paredes resistentes. Esta função gera da mesma forma, cortes (secções) de lajes.

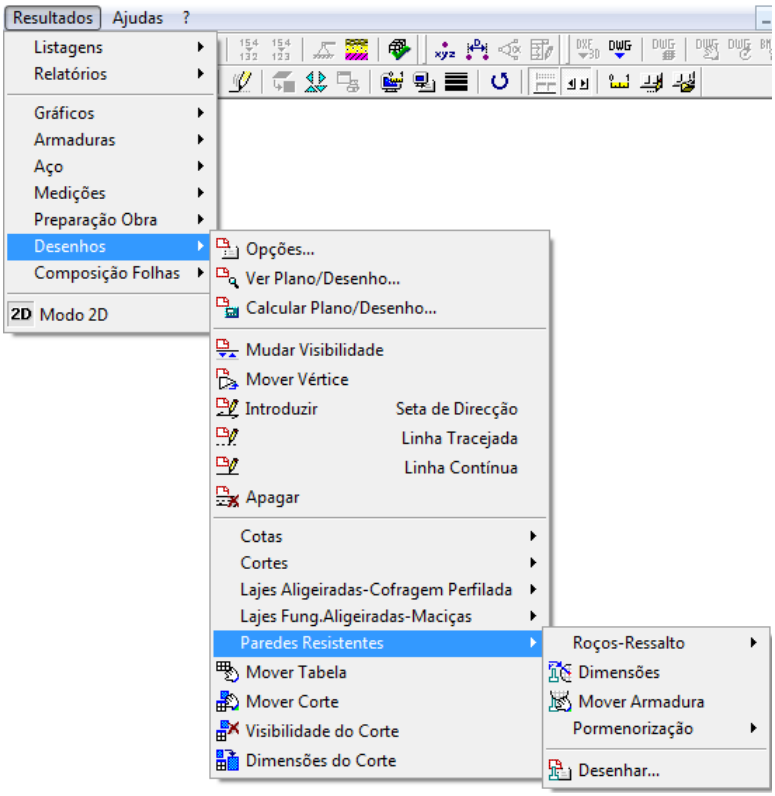
No mesmo desenho podem-se definir tantos cortes quantos se pretendam e em qualquer direcção.

| Função | Descrição | |
|---|---|---|
| **Definir...** | Acede-se à caixa de diálogo de definição do corte que se deseja introduzir na parede. Indicam-se os seguintes parâmetros: | |
| | **Texto identificativo** | São dois conjuntos de dois caracteres cada, que se colocam nos extremos da linha que define o corte. No mesmo desenho não pode haver dois cortes com os mesmos textos. |
| | **Factor de escala** | É um factor que se aplica à representação do corte. |
| | **Factor de escala para varões** | Este factor só afecta a escala das armaduras seccionadas que aparecem no corte, desta forma, no desenho da secção, os varões podem desenhar-se em maior tamanho que o real. |
| | **Secções invertidas** | Caso se active esta opção, o desenho do corte efectua-se simétrico relativamente ao eixo que define o corte. |
| | **Identificar armadura** | Activando esta opção mostra-se no corte os varões de aço que no alçado cortam a linha de secção. Caso se modifique o tipo de |

| | | |
|---|---|---|
| | | armadura que se visualiza na parede, fica reflectida esta alteração nos cortes. Nos campos sucessivas pode-se definir um texto identificativo de cada tipo de armadura que se represente. |
| | **Definir** | Deve indicar graficamente a posição dos extremos da linha de secção e de seguida, o ponto onde se coloca o desenho da mesma. |
| **Eliminar** | Apaga o desenho do corte que se seleccione de seguida. | |
| **Mover** | Desloca o desenho dos cortes definidos. Selecciona-se o corte que se pretende mover e define-se o ponto inicial e o final da translação. | |
| **Modificar** | Acede-se à caixa de definição do corte que se seleccione, onde se podem editar todas as características do mesmo. | |
| **Recalcular...** | Actualizam-se os cortes definidos nos desenhos correspondentes. Se após definir um corte se modificar a geometria ou a armadura de uma parede, não se actualizam de imediato os cortes pode ser necessário recalculá-los com esta função. | |

## O submenu *Resultados>Desenhos>Paredes resistentes*

Neste submenu encontram-se as opções que permitem modificar os resultados gráficos que gera o programa, relativos a paredes resistentes.




| | |
|---|---|
| **Dimensões** | Permite definir o tamanho do círculo que representa a armadura longitudinal da parede, quando está seleccionada esta representação. Exibe-se uma caixa de |

diálogo onde se indica o raio do círculo em cm. e posteriormente deve-se seleccionar o bordo do círculo a modificar.

**Mover Armaduras** Altera a posição da armadura base de uma parede resistente. Caso a representação seja em forma de circulo, selecciona-se o seu contorno e indica-se a nova posição do mesmo.

**Mover Tabela de Reforços**

Coloca a tabela de reforços na posição que se indicar. Deve estar activada a visualização da tabela.

**Mover Tabela de Estribos**

Coloca a tabela de estribos na posição que se indicar. Deve estar activada a visualização desta tabela.

**Desenhar...** Esta opção dá acesso à caixa de opções de desenho de paredes resistentes.

**A desenhar** Neste grupo activam-se as opções pretendidas para o desenho: a armadura de cada face, tabelas de reforços e estribos, armadura de sapatas, quadro de materiais (pode obter esses desenhos para impressora ou para ficheiro) e se pretende visualizar as paredes contidas no plano ou também as que o intersectam.

**Cotagem Armaduras** Permite seleccionar a representação nos desenhos das cotagens parciais, totais, ambas ou nenhuma.

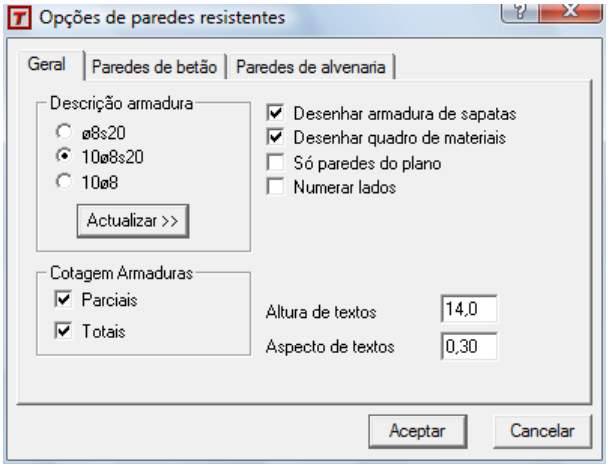
**Tabela de reforços** e **Tabela de estribos**

Indica a forma como se desenhará cada uma das tabelas.

**Textos** Indica o tamanho e o aspecto (largura) dos textos das armaduras das paredes.

**Descrição armadura** Selecciona a apresentação a utilizar nas armaduras representadas.

**Representação** Selecciona o grafismo utilizado na armadura de cada parede. Este grafismo é independente para cada parede do plano. Pressiona-se o botão **Aplicar>>** e selecciona-se a parede à qual se pretende modificar a representação da armadura.

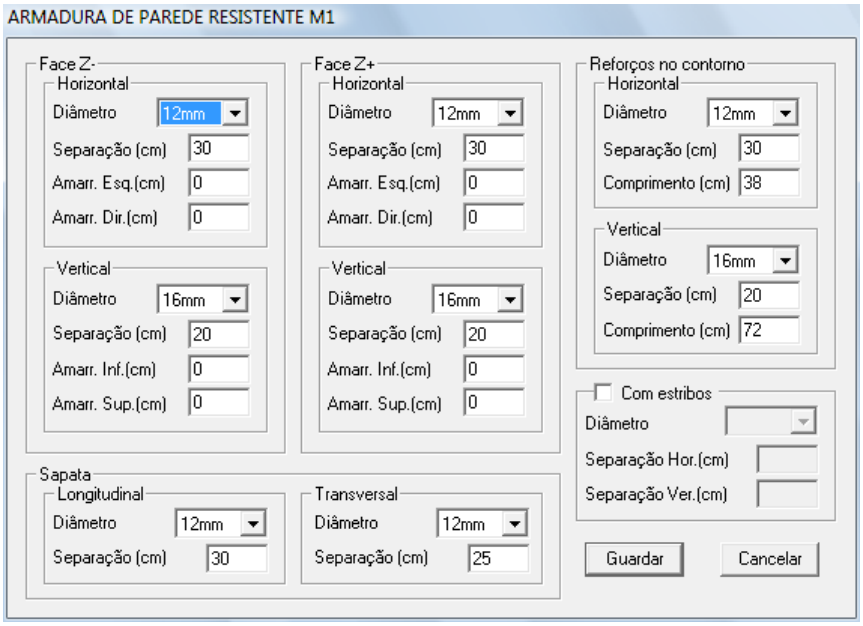


## A função *Resultados>Armaduras>Retocar>Paredes resistentes*

Esta função permite modificar todas as armaduras de uma parede resistente. Para esse efeito selecciona-se a parede à qual se quer editar a armadura pressionando a sua etiqueta sobre um desenho e o programa exibe toda a informação relativa às armaduras da mesma: armadura horizontal e vertical de ambas as faces, armadura longitudinal e transversal da sapata, caso possua sapata, reforços do contorno horizontais, verticais e estribos.

Todos os valores podem ser modificados pelo utilizador, tendo em conta que o programa não efectua nenhuma comprovação com a armadura retocada, ficando a validade da mesma ao critério do projectista.

Ao obter as medições da parede, estas reflectirão as modificações efectuadas através desta função.




## A função *Resultados>Listagens>Paredes resistentes*

Esta função exibe uma listagem das armaduras das paredes, consoante as opções definidas na função **Resultados>Listagens>Opções...**

A informação obtida para cada parede depende do seu material.

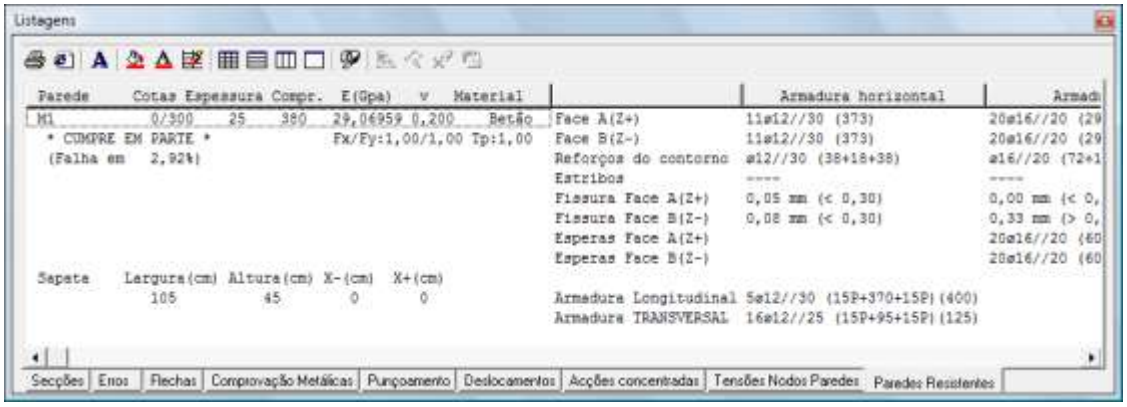
Em todas as listagens indica-se o nome da parede, as suas cotas inferior e superior, a sua espessura, módulo de Young e coef. de Poisson e tipo de material. Indicam-se ainda, os factores de rigidez plana horizontal (F) e de rigidez a flexão (Tp).

Em paredes de tijolo e outros materiais exibem-se as resistências à compressão e à tracção do material (fd e fdt).

Em paredes de betão, a listagem exibe para cada parede, as armaduras horizontais e verticais em cada face, reforços de contorno e estribos.

Caso a parede tenha sido definida com sapata, exibe-se ainda a armadura de esperas com a fundação, as dimensões da sapata e as suas armaduras longitudinal e transversal.

As paredes que não cumprem, aparecem com o texto *** **NÃO CUMPRE** *** colocado debaixo do seu nome.

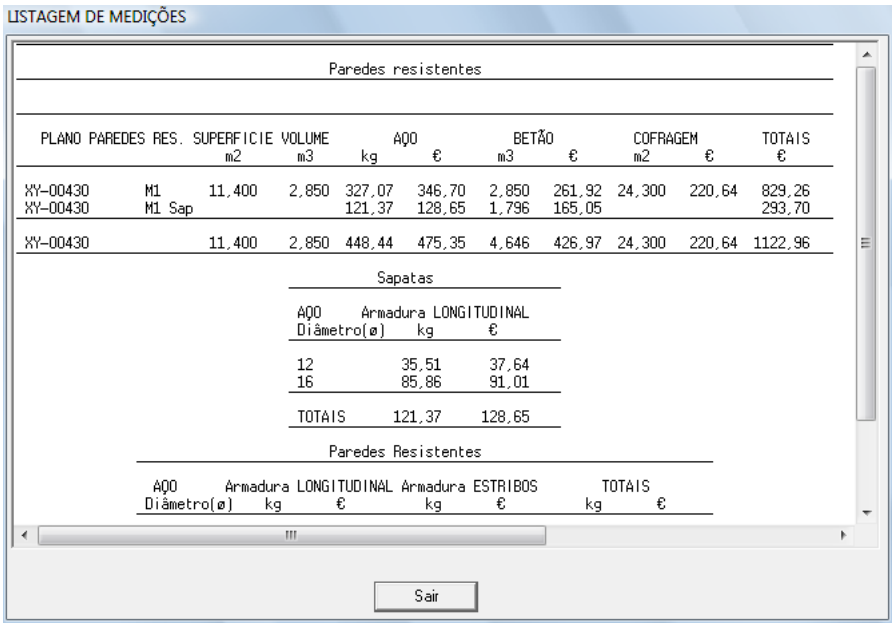



## A função *Resultados>Medições>Paredes resistentes*

Esta função gera uma listagem com as medições de betão, de aço e de cofragem das paredes resistentes (com as suas sapatas caso existam) da estrutura. Das paredes que não sejam de betão, o programa mede a superfície e o volume de cada uma.

As opções de representação das mesmas podem-se definir na função **Resultados>Medições> Opções...** .

Em cada plano exibem-se os totais de cada parede e das sapatas existentes, passando-se a desdobrar as medições das armaduras por diâmetros, tanto em sapatas como em paredes, especificando qual a utilizada em armadura longitudinal e transversal.



LISTAGEM DE MEDIÇÕES

Paredes resistentes

| PLANO | PAREDES RES. | SUPERFICIE m2 | VOLUME m3 | AÇO kg | AÇO € | BETÃO m3 | BETÃO € | COFRAGEM m2 | COFRAGEM € | TOTAIS € |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| XY-00430 | M1 | 11,400 | 2,850 | 327,07 | 346,70 | 2,850 | 261,92 | 24,300 | 220,64 | 829,26 |
| XY-00430 | M1 Sap | | | 121,37 | 128,65 | 1,796 | 165,05 | | | 293,70 |
| XY-00430 | | 11,400 | 2,850 | 448,44 | 475,35 | 4,646 | 426,97 | 24,300 | 220,64 | 1122,96 |

Sapatas

| AÇO Diâmetro(ø) | Armadura LONGITUDINAL kg | € |
|---|---|---|
| 12 | 35,51 | 37,64 |
| 16 | 85,86 | 91,01 |
| TOTAIS | 121,37 | 128,65 |

Paredes Resistentes

| AÇO Diâmetro(ø) | Armadura LONGITUDINAL kg | € | Armadura ESTRIBOS kg | € | TOTAIS kg | € |
|---|---|---|---|---|---|---|

Sair

# Capítulo 16

# Estacas e Maciços de Encabeçamento

**INTRODUÇÃO**

- Neste capítulo explica-se a forma de introduzir, calcular e obter resultados gráficos e numéricos de maciços de encabeçamento e estacas, utilizando o módulo Tricalc.11.

**OBJECTIVOS**

- O utilizador será capaz de introduzir os maciços e estacas necessárias, proceder ao cálculo uma vez definidas as opções de armaduras e comprovação, obtendo os resultados correspondentes. Aprenderá a modificar ou criar novas fichas de fabricantes de estacas

## Definições prévias

Com o módulo Tricalc.11 o programa permite calcular a fundação profunda quando a estrutura assim o necessite devido às condições do terreno.

- **Estacas:** Elementos de fundação de grande comprimento que se dispõem verticalmente no terreno, cravando-as (estacas pré-fabricadas) ou construindo-as numa cavidade de secção circular que posteriormente se arma e betona (estacas **in situ**).
- **Lintéis de fundação:** Elemento estrutural cuja face superior está no mesmo plano que a face superior dos maciços de encabeçamento aos quais deve encastrar e armar, absorvendo os momentos transmitidos pela estrutura.
- **Maciços de encabeçamento:** Elemento de fundação que une as cabeças de várias estacas para que trabalhem conjuntamente, distribuindo a acção que recebem da estrutura entre elas.

As estacas que pertençam ao mesmo maciço devem ter a mesma secção, comprimento e armadura. A disposição, número comprimento e diâmetro das estacas serão dimensionadas e armadas para que transmitam as acções da estrutura ao terreno.

Cada estaca tem um sistema de eixos locais (Xl, Yl, Zl). Como os maciços de encabeçamento podem estar girados em relação ao eixo Yl, define-se também um sistema de eixos principal que resulta de

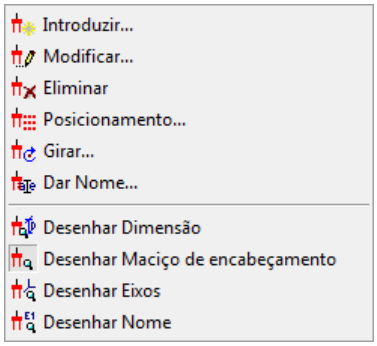
aplicar uma rotação sobre os eixos locais de cada maciço. O sistema de eixos local e principal podem coincidir.

Na visualização em modo sólido representam-se, juntamente com o resto dos elementos estruturais, as estacas e maciços definidos.

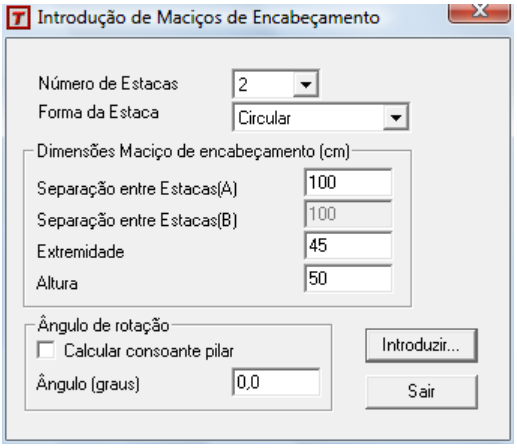
## O submenu *Geometria>Maciços de Encabeçamento e Estacas*

Neste submenu encontram-se as funções que permitem definir os maciços e estacas de forma integrada com o resto da estrutura, assim como as funções de edição e modificação das estacas e maciços já introduzidos.

Se já realizou anteriormente o cálculo de esforços com Tricalc.1, adoptam-se automaticamente as acções sobre a fundação. O programa também permite introduzir manualmente as acções sobre os nós da fundação, como acções em nós, com a função **Acções>Definir>Nós...**




- **Geometria>Maciços de Encabeçamento e Estacas>Introduzir:** Esta função permite definir as dimensões do maciço de encabeçamento, o número e forma das estacas. Clicando no botão **Introduzir** o programa introduz as estacas e maciços segundo os parâmetros definidos e nos nós seleccionados graficamente. O nó deve ter atribuída uma condição de apoio vertical, articulado, encastramento ou mola.




Aconselha-se a activar o plano de trabalho horizontal que contenha os apoios.

| | |
|---|---|
| **Número de Estacas** | Introduz-se o número de estacas que compõem cada maciço de encabeçamento. Se o maciço tem uma estaca então será quadrado, os maciços de dois e quatro estacas são sempre rectangulares e os de três estacas são triângulos equiláteros. |
| **Forma da Estaca** | Permite optar por estacas circulares ou quadradas. As quadradas só se podem utilizar no caso em que as estacas sejam pré-fabricadas. |
| **Separação entre estacas A** | Introduz-se a separação entre os eixos das estacas nos maciços que sejam formados por mais de uma. |
| **Separação entre estacas B** | Introduz-se a separação entre os eixos das estacas nos maciços na outra direcção. Este valor só se utiliza no caso de maciços de quatro estacas. |
| **Extremidade** | Permite definir o valor da distância do bordo do maciço até ao eixo da estaca. |
| **Altura** | Introduz-se a altura do maciço de encabeçamento. |
| **Ângulo** | Podemos optar por rodar o maciço em função do ângulo de rotação do pilar ou introduzir manualmente o valor numérico do ângulo em função dos eixos gerais Xg e Yg. |

Ao introduzir o maciço este assumirá o posicionamento do pilar a partir do nó da fundação, mas é possível modifica-lo definindo posicionamentos diferentes para o pilar e o maciço.

| | |
|---|---|
| **Modificar** | Através desta função é possível modificar todos os parâmetros do maciço já introduzido. Depois de seleccionar esta função selecciona-se graficamente o maciço a modificar e aparecem os parâmetros na mesma caixa utilizada para a introdução. |
| **Eliminar** | Elimina o maciço introduzido com as suas estacas, mas mantém-se o nó e a sua condição de apoio. |
| **Posicionamento...** | Permite modificar a colocação da secção do maciço introduzido em relação aos eixos da estrutura. Apresenta-se uma caixa de diálogo semelhante à da função **Posicionamento** de sapatas onde se pode seleccionar independentemente os posicionamentos para maciços de 1, 2, 3 e 4 estacas. Desta forma é possível alterar em simultâneo os vários tipos. |
| **Girar...** | Esta função mostra uma caixa de diálogo onde se define o ângulo de rotação do maciço em relação à sua posição original. Equivale a estabelecer uma rotação entre o sistema de eixo local e principal do maciço. |
| **Dar Nome...** | Esta função permite atribuir um nome a um maciço até quatro caracteres alfanuméricos. Se não atribuirmos um nome o programa atribui-lhe de forma automática o nome do pilar que lhe concorra no nó. |
| **Desenhar Dimensão** | Esta função activa ou desactiva a representação no ecrã das dimensões do maciço (comprimento, largura, altura). |
| **Desenhar Eixos** | Esta função activa ou desactiva a visualização no ecrã dos eixos locais e principais de todos os maciços introduzidos. |
| **Desenhar Maciço de encabeçamento** | Esta função activa ou desactiva a representação no ecrã dos maciços de encabeçamento, sendo esta um símbolo se não estão calculados, ou a representação a três dimensões (em cor cinzenta e à escala) para os maciços calculados. |
| **Desenhar Nome** | Esta função activa ou desactiva a representação dos nomes atribuídos a cada maciço. |

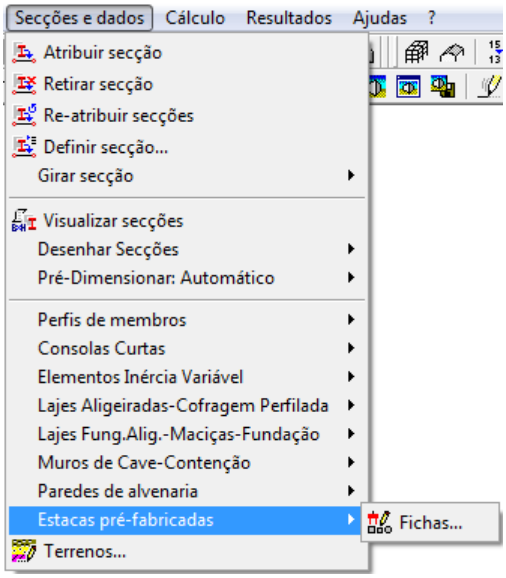
# Introdução de Lintéis de Fundação

Através do submenu **Geometria>Lintéis Fundação** encontra as funções que permitem definir os lintéis de fundação que unem maciços de encabeçamento entre si ou maciços e sapatas. Tudo o indicado no capítulo **O submenu Geometria-Lintéis Fundação** do capítulo 10 deste manual sobre a introdução dos lintéis é aplicável aos lintéis de fundação que unem a maciços.

# O submenu *Secções>Estacas Pré-fabricadas*

No submenu podem-se introduzir e modificar as séries e fichas de estacas pré-fabricadas, inclusive as que se fornecem com Tricalc.11**.**

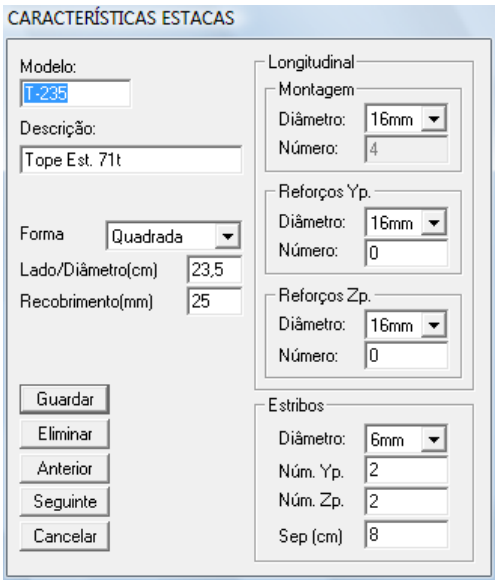
- **...>Fichas:** Com esta função, acede-se à base de dados das fichas de estacas tanto para modificar os dados das fichas existentes como para introduzir fichas novas.




# Criação de uma nova série

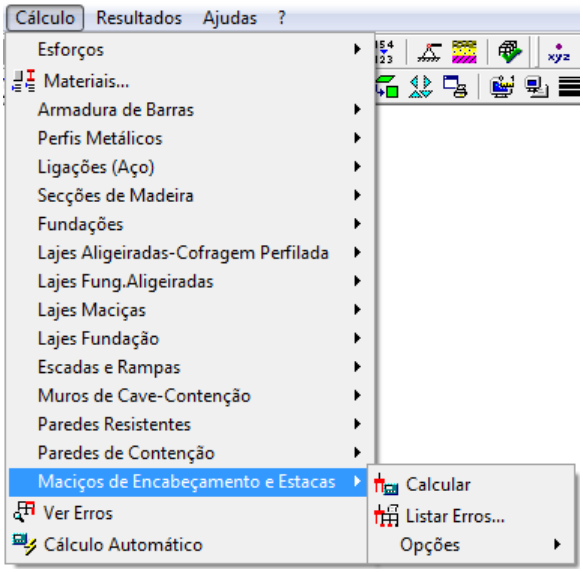
O procedimento para a introdução de novas fichas de estacas pré-fabricadas ou para a modificação de fichas existentes é a seguinte:

- Através da função **...>Fichas** acede-se a uma caixa de diálogo onde devemos introduzir o nome da nova série no campo **Série.**
- Seguidamente clique no botão … acederemos a uma nova caixa de diálogo onde se definem as características gerais da série.
- Para modificar ou definir a geometria e a armadura de cada estaca, introduzimos um nome no campo **Modelos** da caixa de diálogo que se abre através da função **...>Fichas. Seguidamente clique** no botão … e acederemos à caixa de diálogo **Características Estacas**.




## O submenu *Cálculo>Maciços de encabeçamento e Estacas*

Este submenu permite calcular os maciços de encabeçamento, estacas e lintéis de fundação que lhe concorrem,




- **Cálculo>Maciços de Encabeçamento e Estacas>Calcular:** Esta função procede ao cálculo dos maciços, estacas e lintéis de fundação. Quando se realiza o cálculo aparece uma janela com as mensagens que correspondem ao processo. Ao terminar o cálculo os símbolos que representam os

maciços substituem-se por uma representação tridimensional em cinzento. No caso das estacas perfuradas (betonados in situ) Tricalc.11 calcula a armadura necessária, no caso de estacas pré-fabricadas comprova a armadura do modelo escolhido com a função **...Estacas>fichas**.

- **...>Opções>Gerais:** Esta função apresenta uma caixa de diálogo onde se definem as opções gerais para o cálculo de maciços, estacas e lintéis de fundação. Define-se também o tipo de armadura para as estacas, maciços e lintéis de fundação como os diâmetros, separações, opções de encurvadura e características do terreno na fundação. Para mais informação sobre esta caixa remete-se para o manual de instruções.
- **...>Opções>Estacas: Atribuir..., ...Lintéis Fundação>Atribuir...:** Estas funções permitem atribuir opções particulares de cálculo para um maciço, um lintel de fundação ou para um grupo. Mostra-se a caixa de diálogo **Opções Estacas Maciços de Encabeçamento e Vigas** anteriormente descrita e seleccionam-se as opções. De seguida seleccionam-se graficamente os maciços ou vigas onde se pretende aplicar as referidas opções de cálculo.
- **Opções>Estacas: Retirar, ...Lintéis>Retirar:** Estas funções permitem retirar as opções particulares de cálculo que tenham sido atribuídas com a função descrita anteriormente.
- **...>Listar Erros...:** Esta função mostra uma caixa de diálogo com os erros que se produziram no último cálculo dos maciços, estacas e lintéis de fundação.
- **...>Materiais...:** Esta função mostra uma caixa de diálogo onde se define o tipo de betão e de aço utilizado para a fundação. Especifica-se nesta caixa o nível de controlo dos materiais a efeitos de minoração da sua resistência.

## A função *Resultados>Listagens>Fundações>Maciços de Encabeçamento*

Esta função mostra uma listagem com as dimensões e armaduras de cada maciço e estaca ou grupo de estacas que pertençam a cada maciço, segundo as opções definidas na função **Resultados> Listagens>Opções...**.

A informação mostrada na listagem é a seguinte:

| | |
|---|---|
| **Maciço de Encabeçamento** | |
| | Número e nome do maciço. |
| **Tipo** | Forma de posicionamento do maciço. |
| **Pilar** | Número do pilar que concorre nesse maciço assim como a sua série e dimensões. |
| **Série e Secção** | Características do pilar que concorre ao maciço. |
| **Nº Estacas** | Número de estacas que têm esse mesmo maciço. |
| **Lados Maciço de Encabeçamento – Altura** | |
| | As dimensiones do maciço nas direcções A e B se é rectangular assim como a sua altura. |
| **Dist. Estacas** | Distâncias entre as estacas do maciço. |
| **Âng.** | **Â**ngulo de rotação do maciço em relação aos seus eixos locais (em graus). |
| **Sec. Estaca** | Dimensões dos lados da estaca se é quadrada ou o seu diâmetro no caso de uma estaca circular. |
| **Comp. Estaca** | Comprimento da estaca. |
| **Tipo estaca** | Indica-nos o tipo de estaca: **in situ** ou pré-fabricada. |
| **Armadura Estaca - Mont., Transv. A+B** | |

Mostra-nos em primeiro lugar a armadura de montagem de cada estaca, assim como a armadura transversal onde indica o número de estribos, seu diâmetro e sua separação.

**Armadura Maciço de Encabeçamento - Inf. A,B,C; Sup. A,B,C; Transv. A,B,C**

Indica a armadura inferior e superior nas direcções A e B do maciço (a dimensão A é paralela ao eixo principal x e a dimensão B, ao eixo principal z). Indica-se o número de varões, seu diâmetro, seu comprimento e a separação dos mesmos. Também se mostra a armadura transversal indicando o número e diâmetro dos estribos. No caso de maciços triangulares indica-nos a armadura nas três direcções do maciço.

## A função *Resultados>Listagens>Fundações>Lintéis Fundação*

Esta função utilizada para mostrar as listagens dos lintéis de fundação também nos permitem gerar as listagens de lintéis de fundação quando estes unem maciços de encabeçamento ou um maciço a uma sapata.

A informação mostrada nesta listagem é a seguinte:

- O número do lintel de fundação.
- O número dos maciços ou sapatas que une.
- A secção atribuída.
- As dimensões da viga , incluindo o seu comprimento.
- **Armadura de montagem superior, Armadura de montagem inferior, Armadura transversal**: As armaduras do lintel de fundação definem-se do mesmo modo que na listagem de armaduras de vigas da estrutura.

## Quadro Maciços de Encabeçamento: *Resultados> Armaduras*

A função**...>Quadro Maciços de Encabeçamento** gera os quadros de maciços de uma ou várias estacas segundo as opções de representação que se tenham definido na função **Resultados> Armaduras> Opções...**

A informação que se pode ver neste quadro é a seguinte:

- O desenho da secção transversal do maciço de encabeçamento.
- Maciço de Encabeçamento: Número do maciço e tipo de posicionamento que tem atribuído.
- Pilar: Número do pilar que concorre nesse maciço.
- Dimensões: Dimensões do maciço e ângulo de rotação.
- Inf.; Sup.: Armadura superior e inferior do maciço segundo as direcções A e B e também C no caso de maciços triangulares. Indica-nos o número, diâmetro e comprimento dos varões, assim como as separações do primeiro e último varão, em cada direcção a um bordo da sapata.
- O desenho da secção transversal da estaca.
- Estaca(s): Número de estacas que se agrupam num maciço, indicando qual o tipo, suas dimensões e sua armadura transversal e de montagem.

# Desenhos de armaduras dos Lintéis de Fundação

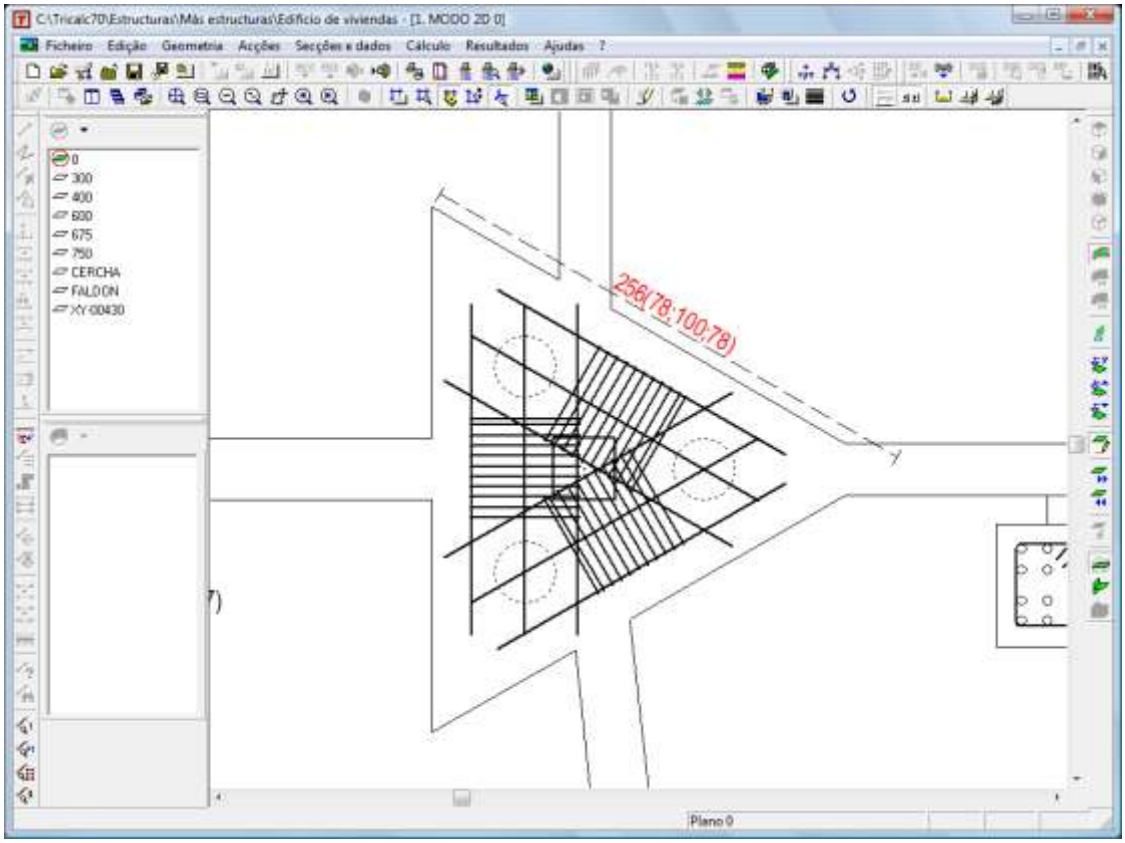
Para a obtenção dos desenhos de armaduras dos Lintéis de Fundação que unem a maciços ou maciços a sapatas, utilizam-se as funções que se encontram no submenu **Resultados>Armaduras>Lintéis Fundação**. Estas funções estão descritas no capítulo **O submenu Resultados>Armaduras>Lintéis Fundação** do capítulo 10 deste manual.

# Desenhos de Maciços e Estacas

Os resultados gráficos de maciços e estacas que o programa gera visualizam-se como qualquer outro desenho de plano, com a função **Resultados>Desenhos>Ver Plano...,** seleccionando de seguida o plano onde se encontram os nós da fundação que se deseja visualizar no ecrã.

O programa mostra um desenho com todos os elementos incluídos no plano seleccionado, não só os maciços. A informação mostrada está actualizada desde a última vez que se tenha calculado o plano. Se modificar a geometria ou o dimensionamento dos elementos incluídos no plano é necessário recalcula-lo para actualizar os resultados de desenho, através da função **Resultados>Desenhos>Calcular Plano...**.

Nos desenhos podem-se introduzir os mesmos elementos gráficos adicionais (linhas, cotas,...) como no restantes desenhos.

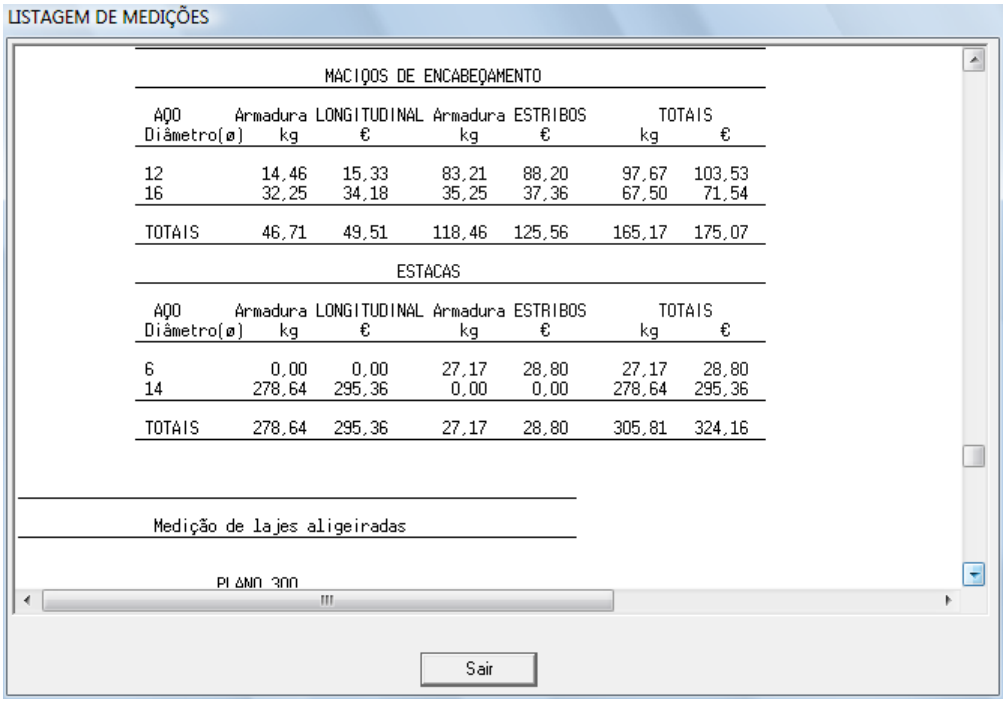


## A função *Resultados>Medições>Fundações*

Esta função gera uma listagem com as medições de betão, de aço e de cofragem das fundações da estrutura, tanto se forem sapatas como maciços e estacas.

As opções de representação das mesmas podem definir-se na função **Resultados>Medições>Opções...**.

Em cada listagem mostram-se em primeiro lugar os totais de aço, betão, betão de limpeza e cofragem de maciços e lintéis existentes, passando-se a decompor as medições das armaduras por diâmetros, tanto em maciços, lintéis ou estacas in situ, especificando a utilização da armadura em longitudinal e transversal. É apresentada ainda uma listagem com o número de estacas pré-fabricadas que se utilizaram, especificando tipo, série, modelo, forma e dimensões.


LISTAGEM DE MEDIÇÕES
MACIÇOS DE ENCABEÇAMENTO
AÇO Armadura LONGITUDINAL Armadura ESTRIBOS TOTAIS
Diâmetro(ø) kg € kg € kg €
12 14,46 15,33 83,21 88,20 97,67 103,53
16 32,25 34,18 35,25 37,36 67,50 71,54
TOTAIS 46,71 49,51 118,46 125,56 165,17 175,07
ESTACAS
AÇO Armadura LONGITUDINAL Armadura ESTRIBOS TOTAIS
Diâmetro(ø) kg € kg € kg €
6 0,00 0,00 27,17 28,80 27,17 28,80
14 278,64 295,36 0,00 0,00 278,64 295,36
TOTAIS 278,64 295,36 27,17 28,80 305,81 324,16
Medição de lajes aligeiradas
PLANO 300
Sair

# Capítulo 17

# Paredes resistentes de Blocos de Betão

**IMPLANTAÇÃO**

- Neste capítulo explica-se a forma de introduzir, calcular e obter resultados gráficos e numéricos das paredes resistentes de bloco de betão, utilizando o módulo Tricalc.17.

**OBJECTIVOS**

- O utilizador será capaz de introduzir as paredes resistentes de bloco de betão existentes na estrutura, para na continuação proceder ao seu cálculo uma vez definidas as opções de armadura e comprovação, obtendo os resultados correspondentes.

## Definições prévias

Com o módulo Tricalc.17 o programa permite o cálculo de paredes resistentes de blocos de betão não armados, armados e confinados. O programa calcula a armadura das seguintes tipologias:

- Alvenaria armada com Blocos de betão com armaduras horizontais (juntas) e/ou armaduras verticais entre peças especiais (travessões), embebidos em argamassa. A armadura considera-se não confinada.
- Lintéis de betão armado sobre peças especiais de Blocos de betão (modo de cofragem perdida). Neste caso, a armadura considera-se confinada.
- Lintéis metálicos.
- Alvenaria confinada entre pilares e vigas de betão armado.

Ficam fora do âmbito de aplicação as paredes duplas com caixa-de-ar e as paredes duplas. As paredes de fecho ao revestirem exteriormente a estrutura não contribuem para a sua resistência, não devem ser introduzidas no modelo, da mesma forma que as paredes divisórias.

As paredes poderão estar cimentadas em sapatas corridas, nas quais também é possível calcular as suas dimensões e a sua armadura, definindo a condição de apoio exterior mais adequada a cada caso, seja o apoio simples, elástico, articulado o encastrado.

As paredes consideradas devem ser sempre verticais, de espessura constante em cada um dos tramos em que se podem dividir e dos lados com forma rectangular. Poderá ter aberturas no seu interior, também rectangulares.

Permitem-se paredes em qualquer direcção, com bordo superior não horizontal e as que suportam lajes que não sejam necessariamente horizontais. As paredes resistentes com directriz curva, são modeladas poligonalizando a mesma.

- **Alvenaria armada**

  Alvenaria na qual se colocam varões ou malhas, geralmente de aço, embutidas na argamassa ou em betão, de modo a que todos os materiais trabalhem em conjunto.

- **Armadura de Junta**

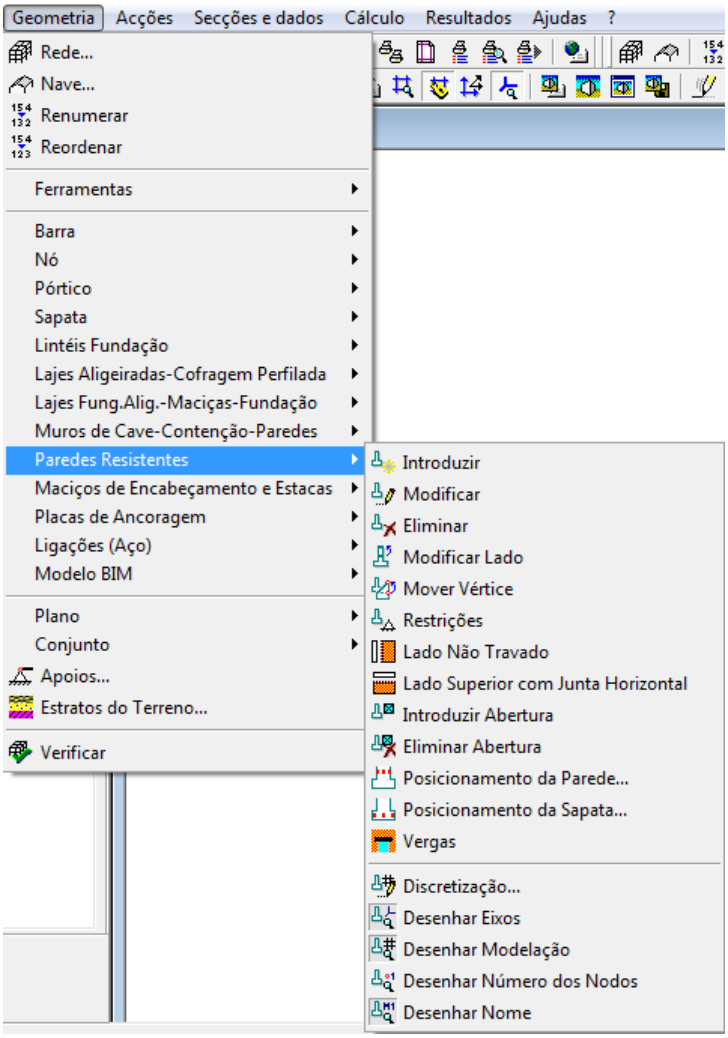
  Armadura preparada para a sua colocação em juntas horizontais. Recomenda-se a introdução de aços inoxidáveis para armar, aços galvanizados ou com protecções equivalentes (por exemplo, com resinas Epoxi).

- **Armadura de travessas**

  Armadura preparada para a sua colocação na vertical. Recomenda-se a introdução de aços inoxidáveis para armar, aços galvanizados ou com protecções equivalentes (por exemplo, com resinas Epoxi).

# O submenu Geometria>Paredes Resistentes

Neste submenu encontram-se as funções que permitem definir as paredes resistentes de Blocos de betão de forma integrada com o resto da estrutura, assim como as funções de edição e modificação das paredes que tenham sido introduzidas. A maior parte das funções deste menu são explicadas no Capítulo 14 - Paredes Resistentes deste manual, logo só se fará referência no presente capítulo as funções específicas de parede resistentes de Blocos de betão.




Através da função **Geometria>Paredes Resistentes>Introduzir** podem definir-se as dimensões da parede resistente do Bloco de betão.

A definição de novas parede pode realizar de distintas formas:

- **Definição em planta com um plano horizontal activado**

  Seleccionam-se os dois pontos extremos da parede, que podem coincidir com nós já existentes ou pontos de um ficheiro DWG-2D, para o qual se utilizará o botão esquerdo do rato, ou então pode utilizar pontos da rede, para o qual se utilizará o botão direito do rato. Uma vez definidos estes dois pontos, aparece a caixa de introdução e/ou modificação de paredes resistentes.

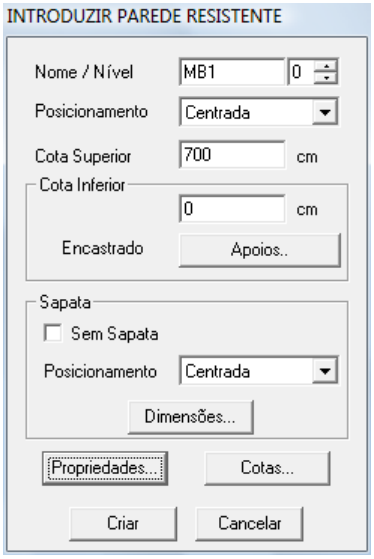
- **Definição em alçado com um plano vertical activado**

  A definição é similar ao ponto anterior, podendo neste caso seleccionar 3 pontos. Dois deles definem a dimensão longitudinal da parede, e um terceiro ponto para a sua altura.

■ **Definição em três dimensões, sem planos activados**

A definição é realizada seleccionando três nós existentes, que definam as extensões horizontais e verticais da parede.

Uma vez finalizada a definição da parede, aparece uma caixa de diálogo na qual se devem introduzir dados referentes ao nome, cotas superior e inferior, dimensões da sapata de fundação, crescimento da parede e da sapata e as alturas do mesmo.




O botão **Propriedades...** permite aceder a caixa de diálogo de definição das propriedades de cada parede.

# Propriedades de paredes de blocos de betão

| Opção | Descrição |
|---|---|
| **Parede** | No encabeçamento da caixa de diálogo aparece o nome da parede que se estejam a especificar as propriedades. |
| **Material** | Deve seleccionar os **Blocos de betão** para definir paredes deste material. São especificados por defeito valores para as variáveis de resistência e densidade, podendo ser modificados pelo utilizador. |
| **Considerar o peso próprio** | Se activar a opção o programa considerará o peso próprio da parede como uma carga permanente na hipótese 0. O peso próprio calcula-se a partir dos valores da espessura e da densidade definidos nos campos correspondentes desta caixa de diálogo. |
| **Peça base** | Selecciona-se como material Peças de betão, onde e permitido aceder a lista de peças base existentes na base de dados com a finalidade de seleccionar uma delas a partir da qual pode definir a espessura da parede. |
| **Espessura** | Indica a espessura da parede. Define-se de forma automática em função da peça seleccionada na opção **Bloco de base**. |
| **Densidade** | Permite definir a densidade do material. |
| **Módulo de Young** | Módulo de elasticidade. Poderá especificar-se um valor qualquer. |

**Coeficiente de Poisson** Poderá especificar um valor qualquer.

**Factor de rigidez plana horizontal**

Este factor, que deve estar entre 0.01 a 2.00, permite modificar a rigidez horizontal da parede no seu comportamento á tensão plana.

**Factores de rigidez á flexão nos eixos X e Y**

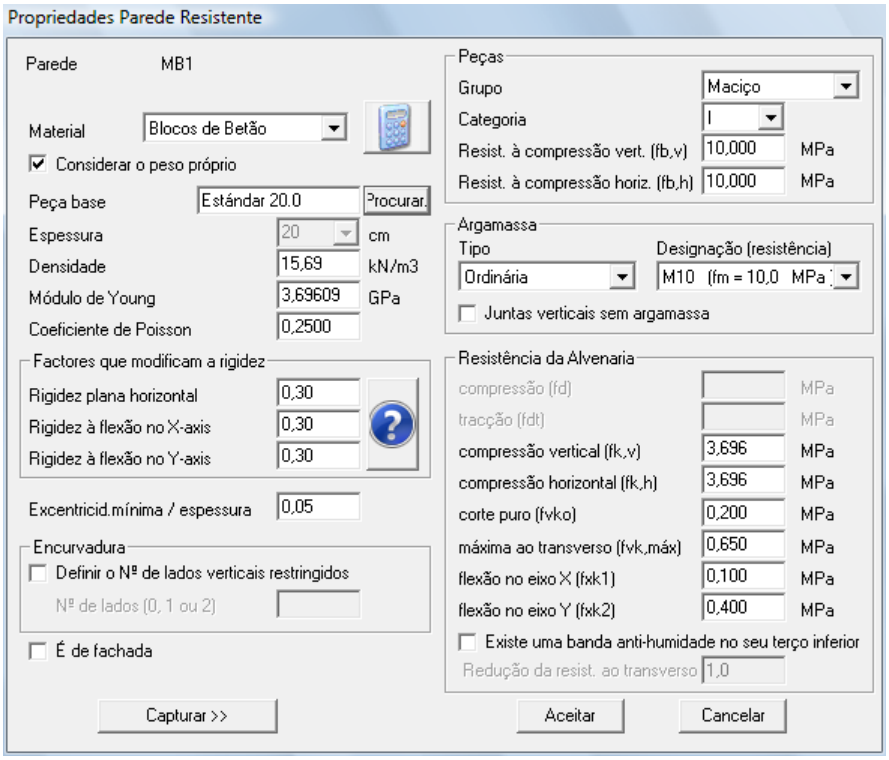
Estes factores, que devem estar entre 0.01 a 2.00, permitem modificar a rigidez á flexão da parede resistente no seu comportamento á flexão plana independentemente para cada direcção.

**Excentricidade mínima/espessura**

Para cada parede pode indicar um valor mínimo de excentricidade a considerar, como factor da espessura da parede.

**Definir o Nº de lados verticais restringidos**

Permite especificar, para cada parede, o número de lados em que existe uma restrição perpendicular ao seu plano, para considerar este efeito ao realizar as comprovações à encurvadura do mesmo do mesmo.


Propriedades Parede Resistente
Parede MB1
Material Blocos de Betão
Considerar o peso próprio
Peça base Estándar 20.0
Procurar...
Espessura 20 cm
Densidade 15,69 kN/m3
Módulo de Young 3,69609 GPa
Coeficiente de Poisson 0,2500
Factores que modificam a rigidez
Rigidez plana horizontal 0,30
Rigidez à flexão no X-axis 0,30
Rigidez à flexão no Y-axis 0,30
Excentricid.mínima / espessura 0,05
Encurvadura
Definir o Nº de lados verticais restringidos
Nº de lados (0, 1 ou 2)
É de fachada
Peças
Grupo Maciço
Categoria I
Resist. à compressão vert. (fb,v) 10,000 MPa
Resist. à compressão horiz. (fb,h) 10,000 MPa
Argamassa
Tipo Ordinária
Designação (resistência) M10 (fm = 10,0 MPa
Juntas verticais sem argamassa
Resistência da Alvenaria
compressão (fd) MPa
tracção (fdt) MPa
compressão vertical (fk,v) 3,696 MPa
compressão horizontal (fk,h) 3,696 MPa
corte puro (fvko) 0,200 MPa
máxima ao transverso (fvk,máx) 0,650 MPa
flexão no eixo X (fxk1) 0,100 MPa
flexão no eixo Y (fxk2) 0,400 MPa
Existe uma banda anti-humidade no seu terço inferior
Redução da resist. ao transverso 1,0
Capturar >>
Aceitar
Cancelar

■ Dentro do grupo **Peças** existem as seguintes opções:

| | |
|---|---|
| **Categoria** | Pode definir a Categoria em função do controlo de fabricação: I ou II. (Os produtos com selo AENOR consideram-se de categoria I). |
| **Res. a compressão vert. (fb,v)** | Resistência das peças à compressão, na direcção perpendicular às juntas. |
| **Res. a compressão horiz.(fb, h)** | Resistência das peças a compressão, na direcção paralela às juntas. |

■ Dentro do grupo **Argamassa** existem as seguintes opções:

| | |
|---|---|
| **Tipo** | Poderá escolher entre argamassa ordinária, argamassa de junta fina ou argamassa ligeira. |
| **Designação (resistência)** | Poderá seleccionar a Resistência á compressão da argamassa, a qual influi na resistência final da parede. |

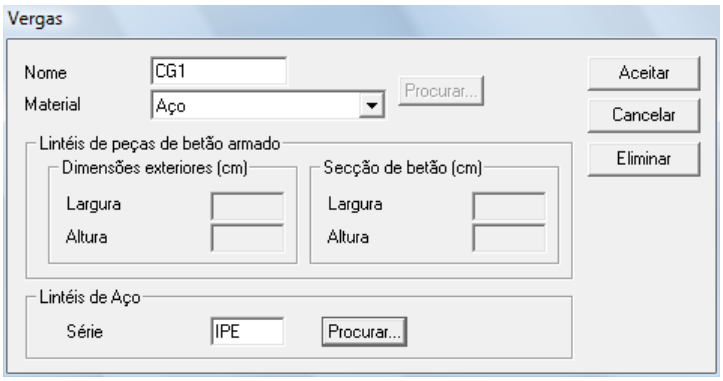
■ Dentro do grupo **Resistência da Parede** existem as seguintes opções:

| | |
|---|---|
| **a compressão vertical (fk,v)** | Resistência característica da parede à compressão, na direcção perpendicular às juntas. |
| **a compressão horizontal (fk,h)** | Resistência característica da parede à compressão, na direcção paralela às juntas. |
| **ao corte puro (fvko)** | Resistência ao corte puro. |
| **máxima ao transverso (fvk,máx)** | Máxima resistência da parede ao transverso. |
| **à flexão no eixo X (fxk1)** | Resistência à flexão na direcção X principal da parede. |
| **à flexão no eixo Y (fxk2)** | Resistência à flexão na direcção Y principal da parede. |
| | Os valores das variáveis deste grupo calculam-se automaticamente se clicar no botão ... situado à direita do campo de especificação de material, em função dos dados introduzidos nos grupos **Peças** e **Argamassa**. |
| **Existe uma banda anti-humidade no seu terço inferior** | |
| | Pode-se indicar se a parede dispõe de uma banda anti-humidade. Neste caso, o utilizador deve indicar um factor (menor que 1) que reduz a resistência ao transverso nessa zona da parede. |

## Introdução de vergas

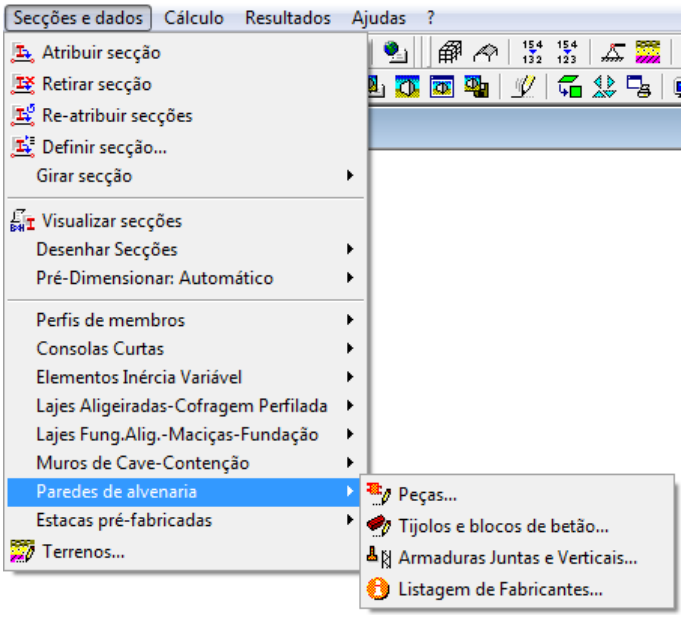
É possível definir vergas sobre o lado superior das aberturas que se tenham introduzido nas paredes resistentes de Blocos de betão através da função Geometria>Paredes Resistentes>Vergas. Para executar a função selecciona-se o lado sobre o que se deseja introduzir a verga e definem-se os parâmetros existentes na seguinte caixa de diálogo.

| Opção | Descrição |
|---|---|
| **Nome** | Permite atribuir um nome à verga a introduzir. |
| **Material** | Permite definir o material da verga a introduzir e procurar a secção do mesmo na base de peças. |
| **Dimensões exteriores (cm)** | Permite atribuir a largura e altura exteriores da peça verga. Se procurámos esta na base de peças, representam-se de forma automática os valores da mesma. |
| **Secção de betão (cm)** | Permite atribuir a largura e altura da secção interior de betão da peça verga. Se procurámos esta na base de peças, representam-se de forma automática os valores da mesma. |
| **Verga de Aço** | No caso de ter seleccionado uma verga metálica, selecciona-se a série (IPE, HEB, …) que a deve pertencer. Existe um botão de **Pesquisar** que permite seleccionar a série na base de dados de perfis do programa. |




# O submenu *Secções>Paredes de peças*

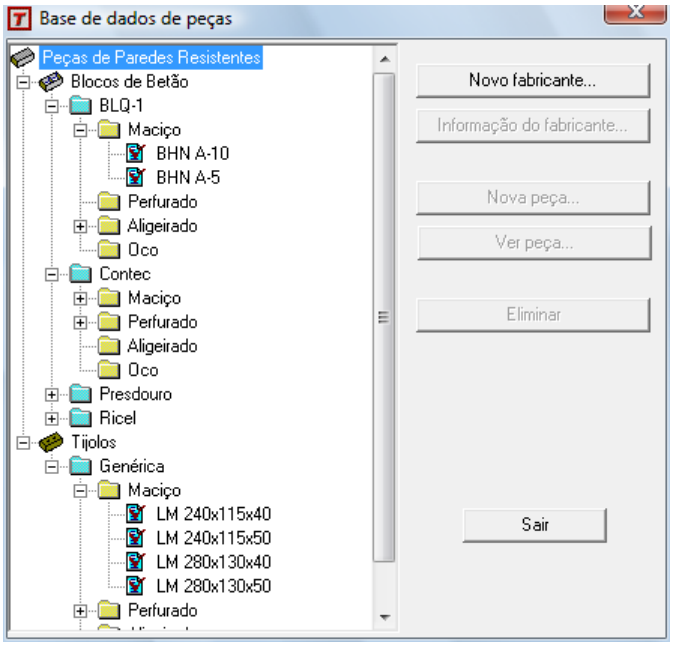
Através deste submenu pode introduzir e modificar as séries e fichas das peças de Blocos de betão e as armaduras de juntas/travessas que são fornecidas com o Tricalc.17.




| | |
|---|---|
| **...>Tijolos e blocos de betão..**: | Com esta função, vai aceder a base de dados das peças tanto para modificar os dados das peças existentes como para introduzir novas. |
| **...>Armaduras de Juntas e Travessas...**: | Com esta função, vai aceder a base de dados das armaduras tanto para modificar os dados das existentes como para introduzir novas. |

# Base de dados de peças e secções

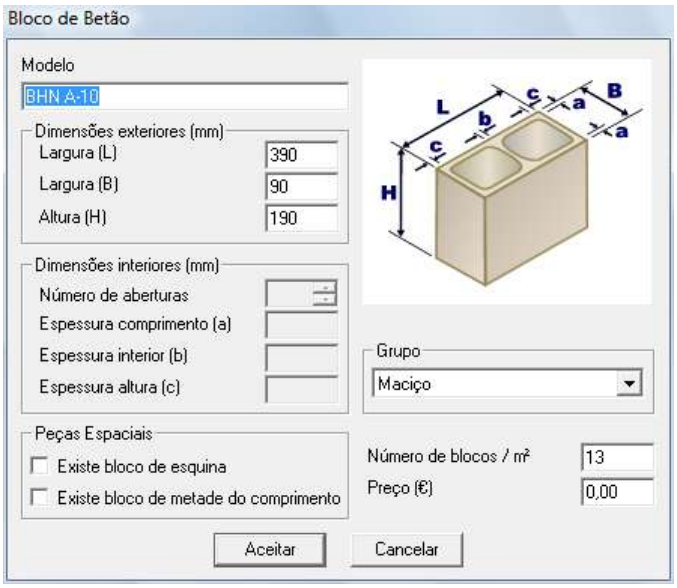
Através da função **Secções>Paredes de alvenaria>Tijolos e blocos de betão...** vai aceder a base de dados de tijolos. A base estrutura-se de forma hierárquica, podendo ser consultada, modificada, ou ampliada pelo utilizador. Esta base inclui as peças de distintas dimensões e tipos.




A caixa de diálogo **Base de dados de peças** mostra estruturalmente através de uma hierarquia em árvore o conjunto das peças de blocos de betão a utilizar na formação da parede.

Aparecem entre outras as seguintes opções:

| Opção | Descrição |
|---|---|
| **Novo fabricante...** | Permite definir um novo fabricante de blocos e introduzir toda a informação referente ao mesmo. |
| **Nova peça...** | Permite aceder a caixa de diálogo onde se especifica a geometria do novo bloco e o tipo (grupo) a que pertence. |
| **Ver peça...** | Permite visualizar as propriedades do bloco que esteja seleccionado nesse momento. |
| **Eliminar** | Permite eliminar o bloco que esteja seleccionado nesse momento. |



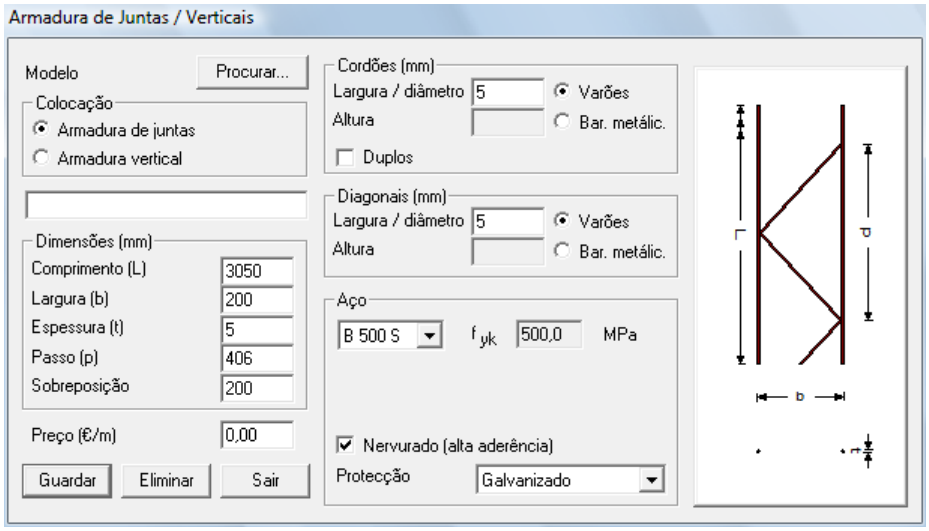

A geração dos blocos de betão requer a introdução de parâmetros de definição. Em continuação especificamos o significado dos mesmos parâmetros:

| Opção | Descrição |
|---|---|
| **Modelo** | Neste campo introduz-se o nome da nova peça onde se mostra o nome da peça seleccionada nesse momento. |
| **Dimensões exteriores** | Neste campo introduzem-se as dimensões exteriores (largura, espessura e altura) da peça de bloco de betão em mm. |
| **Dimensões interiores** | Neste campo introduzem-se as dimensões exteriores (largura, espessura e altura) da peça de bloco de betão em mm. |
| **Peças Especiais** | É possível definir se associado a este bloco base existem blocos especiais de esquina ou blocos de comprimento com metade para serem utilizados na implantação das diferentes paredes. |
| **Tipo(grupo)** | Neste campo pode-se indicar o tipo de bloco. Existem os seguintes tipos: Maciço (Grupo 1), Perfurado (Grupo 2a), Aligeirado (Grupo 2b), Oco (Grupo3). |
| **Preço(€)** | Neste campo especifica-se o preço de cada peça existente na base de dados. |

A peça principal concebida para desenvolvimento das paredes denomina-se peça base. A espessura da peça coincide necessariamente com a da parede, de forma que a construção deste seja feita com construção simples, sobrepondo os blocos fiada a fiada.

## Base de dados de Armaduras de Juntas/Travessas

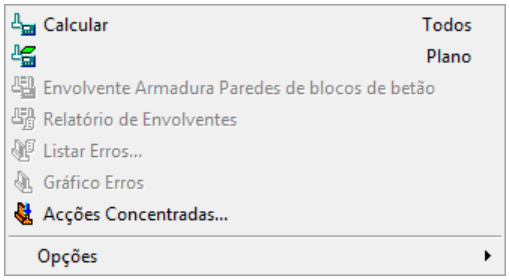
O programa inclui uma base de dados de armaduras que pode ser consultada, modificada ou ampliada pelo utilizador. As armaduras incluídas na base de dados poderão ser utilizadas para reforçar a parede resistente de Blocos de betão tanto na horizontal como na vertical se for necessário. Podem ser formadas na base por varões circulares ou rectangulares e os seus cordões podem ser simples ou duplos.




| Opção | Descrição |
|---|---|
| **Modelo** | Mostra o nome do modelo da armadura seleccionada nesse momento, ou permite introduzir o nome de um novo modelo a gerar.<br>Através do botão **Procurar...** acede-se a base de dados das armaduras das Juntas/Travessas. |
| **Dimensões** | Permite especificar as características geométricas da armadura. |
| **Cordões** | Permite definir se os cordões estão formados por arames ou por barras metálicas. |
| **Diagonais** | Permite definir se as diagonais estão formadas por arames ou por barras metálicas. |
| **Aço** | Permite indicar o tipo de aço a utilizar. |

# O submenu Cálculo>Paredes Resistentes

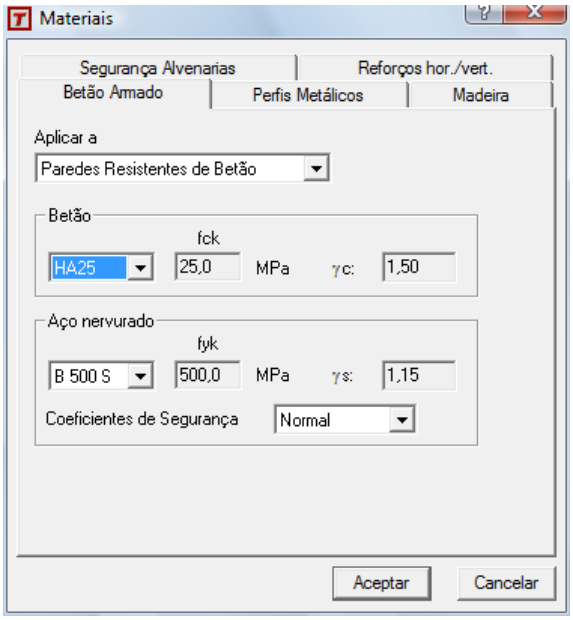
Este submenu permite calcular as paredes resistentes de Blocos de betão e a sua fundação.




| Função | Descrição |
|---|---|
| **Calcular Todos** | Esta função calcula todos os planos de armadura de todas as paredes resistentes de Blocos de betão. |
| **Calcular Plano** | Esta função calcula o plano da armadura de todas as paredes contidas no plano de parede resistente seleccionado pelo utilizador. |

| | |
|---|---|
| **Listar Erros...** | Esta função mostra uma caixa de diálogo com os erros que resultaram do último cálculo das paredes resistentes da estrutura. |
| **Gráfico Erros...** | Esta função sinaliza de forma gráfica (em cor vermelha), as paredes resistentes que, depois do cálculo, não cumprem as limitação especificadas. |
| **Acções Concentradas...** | É possível indicar em qualquer nodo ou nó da parede, com peritagem posterior á comprovação da parede, o tamanho da área carregada a considerar. |
| **Opções...** | Esta função mostra a caixa de diálogo que permite definir as opções de armadura da parede, comprovação e armadura de paredes resistentes de Blocos de betão e armadura de fundação da parede. |

Através da função **Cálculo>Materiais** é possível seleccionar os materiais com que se vai executar os diferentes elementos das paredes resistentes de Blocos de betão como são as vergas, juntas e travessa assim como o coeficiente parcial de segurança da alvenaria. É possível definir também o tipo de betão e de aço utilizado para a fundação. Especifica-se nesta caixa o nível de controlo dos materiais para efeitos de minoração de resistências.




## Cálculo de paredes resistentes com Blocos de betão

As funções **Cálculo>Paredes Resistentes>Calcular Todos** e **Cálculo>Paredes Resistentes> Calcular Plano** permitem comprovar e/ou calcular as armaduras de todas as paredes resistentes de Blocos de betão definidos, ou só dos que estão contidos nos planos que se seleccionem, respectivamente. Na fase de comprovação de paredes realiza-se o cálculo de padieiras e comprimentos de entrega.

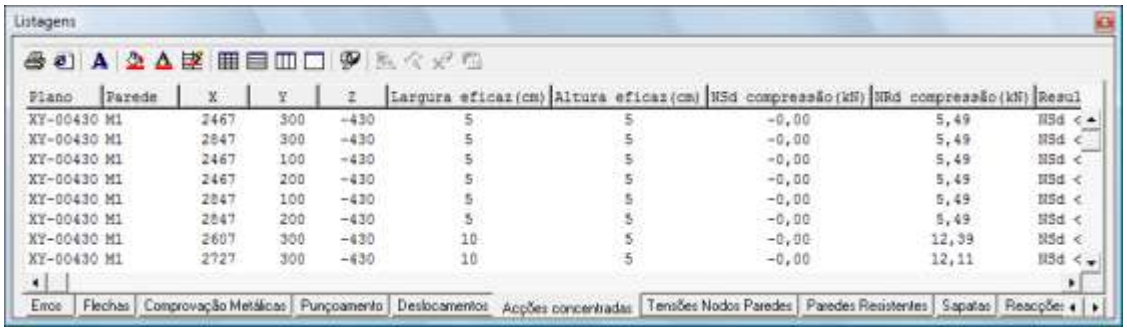
As funções **Cálculo>Paredes Resistentes>Listar Erros...** e **Cálculo>Paredes Resistentes >Gráfico Erros** permitem listar os tipos de erros que se apresentam em cada parede e localizá-los graficamente.

A listagem de erros mostra uma relação das paredes existentes indicando por percentagem da superfície o que está a falhar. A percentagem de superfície que não cumpre corresponderá com a área que se desenha com a cor vermelha no gráfico de erros. Mostrará também qual foi o motivo pelo qual estas superfícies ficaram invalidadas.

# Acções concentradas

Através da função **Cálculo>Paredes Resistentes>Acções Concentradas...** é possível indicar em qualquer nodo ou nó da parede, como peritagem posterior a comprovação da parede, o tamanho da área carregada a considerar. Para isso deve seleccionar o nodo ou nó da parede que se quer estudar e serão indicadas as dimensões de apoio da carga, indicando tanto a dimensão paralela como o comprimento da parede, como a dimensão perpendicular do mesmo. A dimensão paralela da parede deste apoio não poderá ser menor do que 100 mm.

Depois de realizar a peritagem da parede antes da carga concentrada existente, o programa mostrará informação do axial solicitante a compressão, o axial resistente a compressão e as dimensões de apoio consideradas, indicando se a comprovação é correcta ou não.

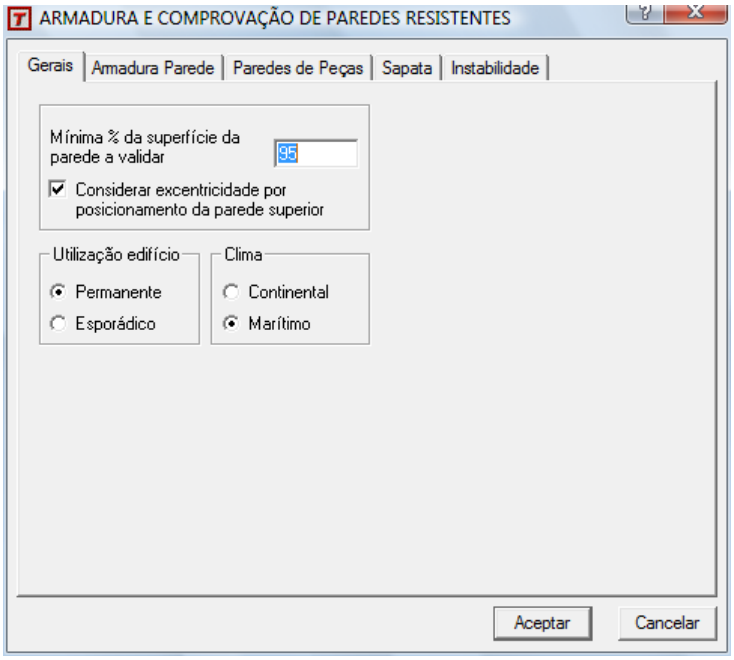

Listagens
Plano | Parede | X | Y | Z | Largura eficaz(cm) | Altura eficaz(cm) | NSd compressão(kN) | NRd compressão(kN) | Resul
XY-00430 M1 | 2467 | 300 | -430 | 5 | 5 | -0,00 | 5,49 | NSd <
XY-00430 M1 | 2847 | 300 | -430 | 5 | 5 | -0,00 | 5,49 | NSd <
XY-00430 M1 | 2467 | 100 | -430 | 5 | 5 | -0,00 | 5,49 | NSd <
XY-00430 M1 | 2467 | 200 | -430 | 5 | 5 | -0,00 | 5,49 | NSd <
XY-00430 M1 | 2847 | 100 | -430 | 5 | 5 | -0,00 | 5,49 | NSd <
XY-00430 M1 | 2847 | 200 | -430 | 5 | 5 | -0,00 | 5,49 | NSd <
XY-00430 M1 | 2607 | 300 | -430 | 10 | 5 | -0,00 | 12,39 | NSd <
XY-00430 M1 | 2727 | 300 | -430 | 10 | 5 | -0,00 | 12,11 | NSd <
Erros | Flechas | Comprovação Metálicas | Punçoamento | Deslocamentos | Acções concentradas | Tensões Nodos Paredes | Paredes Resistentes | Sapatas | Reacções

# Opções de armadura e comprovação

Através das funções **Cálculo>Paredes Resistentes>Opções...**, vai aceder a uma caixa onde se podem modificar as distintas opções de armadura e comprovação dos elementos das paredes de Blocos de betão. Esta caixa tem várias fichas, nas quais se podem ir modificando as variáveis. Os separadores existentes são:

| | |
|---|---|
| **Gerais** | Opções de comprovação gerais, comuns a todos os tipos de paredes. |
| **Parede de Betão** | Opções de armadura e comprovação de paredes de betão. Não é de aplicação em paredes de blocos de betão. |
| **Paredes de Peças** | Opções de armadura e comprovação de paredes de betão. Não é de aplicação em paredes de blocos de betão. |
| **Sapata** | Opções de armadura da sapata de qualquer tipo de parede. |
| **Instabilidade** | Opções de encurvadura de qualquer tipo de parede. |
| **EHE** | Opções de comprovação seleccionáveis quando se calcula segundo EHE. Podem afectar o cálculo da fundação e vergas de betão armado das paredes de blocos de betão. |

Em continuação explicam-se as opções existentes dentro do separador **Gerais**:




| Opção | Descrição |
|---|---|
| **Mínima % de superfície da parede a validar** | |
| | É a percentagem da superfície da parede que se deve cumprir para que de um bom cálculo. |
| **Considerar excentricidade por posicionamento da parede superior** | |
| | Se estiver activada esta função o programa terá em conta a excentricidade produzida pela alteração de posição da parede superior em relação à imediatamente inferior. |
| **Utilização do edifício** | Permite seleccionar o tipo de utilização do edifício entre permanente e esporádico para comprovar o comprimento máximo das paredes. |
| **Clima** | Permite seleccionar o clima em que está inserido o edifício entre continental e marítimo para comprovar o comprimento máximo das paredes. |

Em continuação explicam-se as opções existentes dentro do separador **Paredes de Peças**:

| Opção | Descrição |
|---|---|
| **Longitudinal Dintel** | Permite Fixar o diâmetro mínimo e o diâmetro máximo que o programa utiliza para compor a armadura necessária. Indicar ao programa se deve aumentar o diâmetro das armaduras antes de diminuir a sua separação até a mínima separação fixada. Definir o recobrimento das armaduras e o tamanho máximo de inerte que se utilizará para comprovar as separações mínimas das mesmas. |
| **Estribos Dintel** | Permite fixar o diâmetro mínimo e o diâmetro máximo que o programa utiliza para compor a armadura necessária, a distância mínima livre entre varões da armadura transversal e o valor múltiplo para arredondar as separações da armadura. |

| | |
|---|---|
| **Permitir armadura de Juntas** | Se estiver activada esta função o programa poderá dispor de armadura horizontal de reforço no interior da parede caso seja necessário. |
| **Permitir armadura de Travessas** | Se estiver activado esta função o programa poderá dispor de armadura vertical de reforço no interior da parede caso seja necessário. Embora não se encontre activa, o programa dispõem de uma quantia mínima de armadura vertical ou armadura de integridade constituída por varões soltos se a peça base possuir alvéolos que o permitam. |
| **Tipo de armadura de Travessas** | No caso em que se permita a armadura de travessas é possível indicar se esta será com barras soltas ou com armaduras pré-fabricadas (tomadas da base de dados de Juntas e travessas). |
| **Minimizar nº de Travessas/Juntas** | Se estiver activado esta opção o programa tentará distanciar o mais possível as armaduras de Juntas e travessas, a custo de utilizar maiores diâmetros. |

## Comprovação de paredes resistentes de Blocos de betão não armadas

A comprovação das paredes resistentes de blocos de betão consiste em verificar que não se supera, em nenhum nodo da parede, a resistência a flexocompressão, flexotracção ou transverso do material. Como estas paredes estão formadas por peças mais ou menos prismáticas unidas com argamassa, a sua resistência à tracção e transverso é muito pequena (da ordem de 10 vezes menos que à compressão). Também por isso, a resistência a flexão é pequena.

- Existem três excentricidades adicionais a ter em consideração no cálculo da parede: a excentricidade entre o plano médio da parede e o ponto teórico de apoio da laje, a devida ao momento de encastramento produzido na união parede – laje e a devida à alteração de posição do plano médio da parede ao variar a sua secção.

## Comprovação de paredes resistentes de Blocos de Betão armados

As armaduras representam um tipo de componente auxiliar na obra de alvenarias, cuja missão consiste em garantir a distribuição homogénea de tensões ao longo da secção do elemento. Desta maneira melhoram-se as características mecânicas da parede.

A armadura da parede pode evitar a fissuração quando aparecem tensões locais de tracção devidas a flexão no plano da parede ou perpendicularmente ao seu plano.

A flexão perpendicular ao plano da parede pode ser causada pela acção do vento, por acções sísmicas, por impulsos activos do terreno ou por excentricidades de acções nos apoios dos lajes.

A armadura nas juntas pode reduzir a concentração de tensões em torno das aberturas da alvenaria.

## Parede confinada

Contempla a possibilidade da parede confinada através de pilares e vigas. Estes receberão a parte de esforços e tensões que lhes correspondam devidos à sua rigidez relativa com a parede que confinam. Os panos de parede serão calculados de acordo com a sua tipologia como parede ou parede armada.

# Detalhes de armadura

Cada parede poderá ter ou não armadura horizontal (armaduras de junta) e/ou vertical (armadura de travessas).

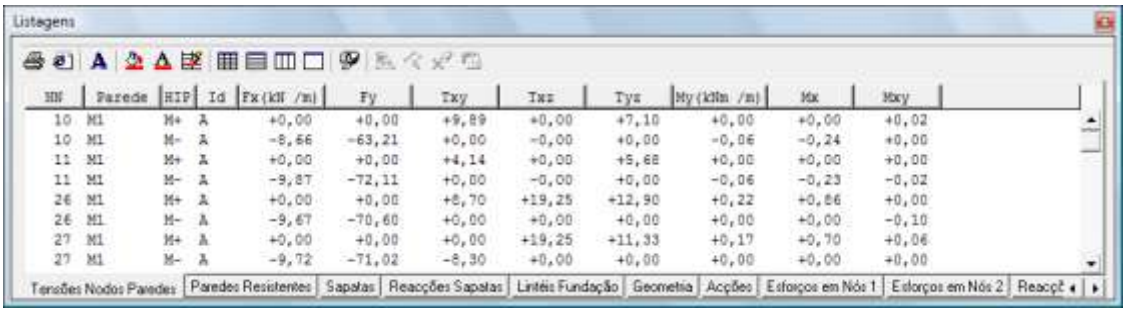
A armadura horizontal, se existir, estará uniformemente distribuída em toda a sua superfície. Não se poderá eliminar a armadura em determinadas zonas dentro do programa, mas pode modificar a separação (número de fiadas) entre armaduras.

A armadura vertical (de varões soltos ou de travessas pré-fabricadas), se existirem, estarão inicialmente distribuídas. Posteriormente pode retocar, de forma que se possa adicionar, modificar ou eliminar a armadura vertical em qualquer posição da parede (na que exista um alvéolo que permita o piso da armadura).

Tanto a armadura de Juntas como a de travessas (quando é pré-fabricada) terá a mesma quantia em ambos os cordões. O programa utilizará para a selecção e disposição desta armadura a série de armaduras existente na base de dados de armaduras de junta / travessa.

# Resultados: Listagens e Gráficos

## Listagem de tensões nodais




A função **Resultados>Listagens>Tensões Nodos Paredes** aplica-se a nodos dos elementos finitos; não se obtém nenhuma informação ao seleccionar barras ou nós da estrutura. Para cada nodo obtém-se a seguinte informação:

- **NN** é o número do nodo.
- **Parede** é o nome da parede a que pertence. No caso de nodos pertencentes a mais de um nodo, obtém-se a listagem de tensões para cada uma das paredes em que esteja incluído o nodo.
- **HIP** é a hipótese em que se produz cada tensão. M+ e M- é a envolvente máxima positiva e máxima negativa das combinações realizadas e obtida para cada tensão de forma independente.
- As tensões **Fx**, **Fy**, **Txy**, **Txz**, **Tyz**, **My**, **Mx** e **Mxy** expressam no sistema de eixos de cada plano, que seja comum para todas as paredes do plano e por unidade de comprimento da parede.

| | |
|---|---|
| **Fx** | é a tensão axial horizontal. |
| **Fy** | é a tensão axial vertical. |
| **Txy** | é o transverso no plano da parede. |
| **Txz** e **Tyz** | são os transversos de flexão da parede, no plano perpendicular à parede. |

| | |
|---|---|
| **Mx** e **My** | são os momentos flectores de flexão da parede segundo o eixo horizontal e vertical da parede, respectivamente. |
| **Mx** | é o momento torsor de flexão da parede. |

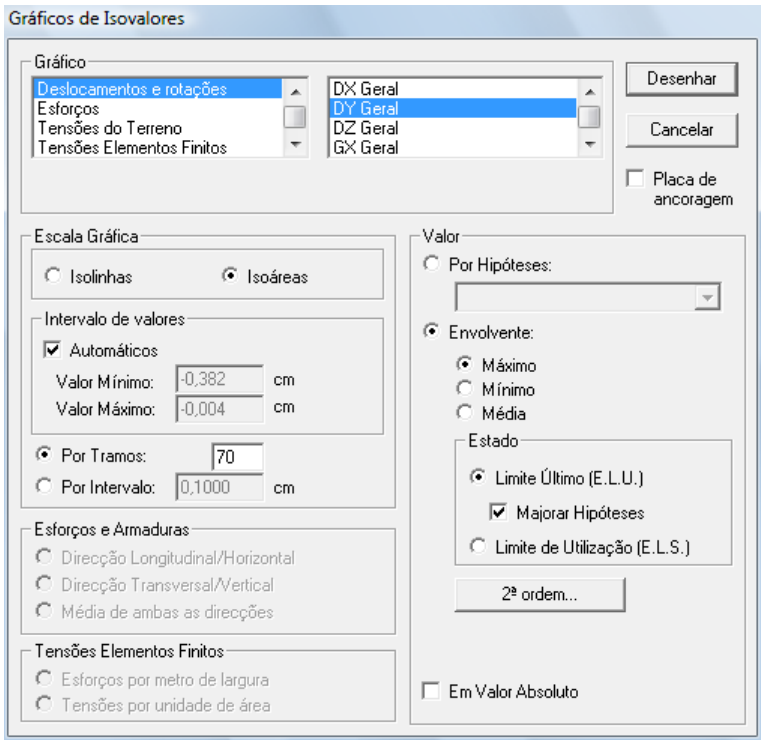
## Gráfico de deslocamentos e gráfico de modos de vibração

A função **Resultados>Gráficos>Deslocamentos** desenha os deslocamentos dos nós e dos nodos da estrutura. Todas as opções aplicáveis ao desenho dos deslocamentos de nós são aplicáveis aos nodos.

A função **Resultados>Gráficos>Modos de Vibração** desenha os modos de vibração dos nós e dos nodos da estrutura. Todas as opções aplicáveis ao desenho dos modos de vibração dos nós são aplicáveis aos nodos.

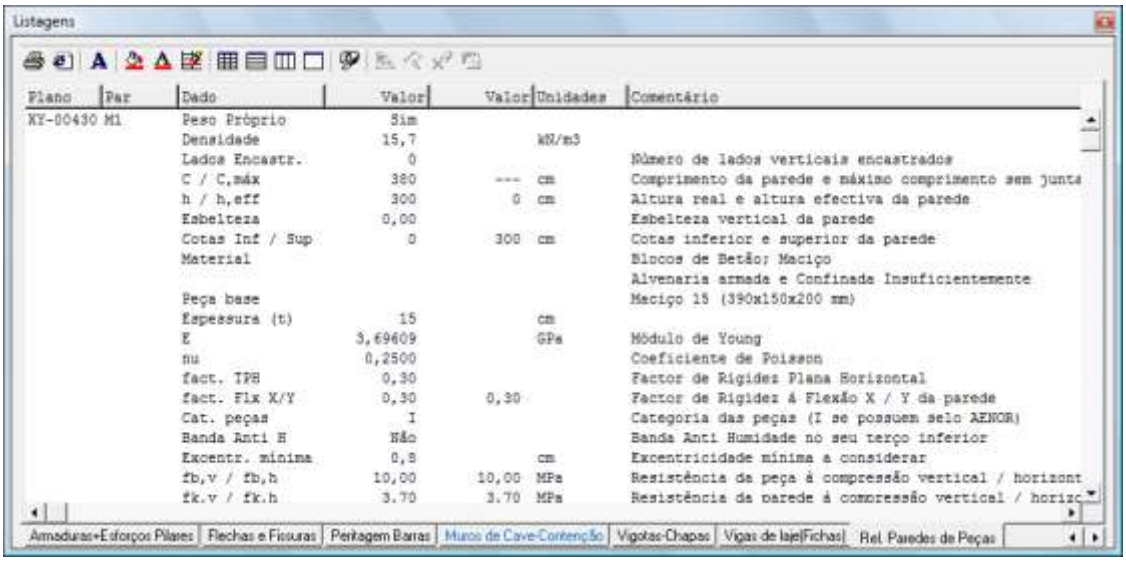
## Gráfico de Isovalores

A função **Resultados>Gráficos>Isovalores** permite obter o gráfico das tensões dos elementos finitos das paredes resistentes. Se no grupo **Gráfico** seleccionar a opção **Tensões Elementos Finitos**, pode seleccionar entre os diferentes tipos de tensões. Completando a tabela do capítulo **Elemento finito utilizado** com o tipo de tensão a solicitar se tem:



## Listagem de informação de Blocos de betão

Através da função **Resultados>Listagens>Paredes Resistentes>Informação de Paredes de Peças**, obtém-se uma listagem onde se incluirão dados genéricos da obra como designação da mesma ou um comentário que inclua a localização, destinatário e data. Inclui também dados sobre as características geométricas e mecânicas da parede, opções de cálculo consideradas ou resultados de cálculo como excentricidades e solicitações.


Listagens
Plano | Par | Dado | Valor | Valor | Unidades | Comentário
XY-00430 M1 | Peso Próprio | Sim
Densidade | 15,7 | kN/m3
Lados Encastr. | 0 | Número de lados verticais encastrados
C / C,máx | 380 | --- | cm | Comprimento da parede e máximo comprimento sem junta
h / h,eff | 300 | 0 | cm | Altura real e altura efectiva da parede
Esbelteza | 0,00 | Esbelteza vertical da parede
Cotas Inf / Sup | 0 | 300 | cm | Cotas inferior e superior da parede
Material | Blocos de Betão; Maciço
Alvenaria armada e Confinada Insuficientemente
Peça base | Maciço 15 (390x150x200 mm)
Espessura (t) | 15 | cm
E | 3,69609 | GPa | Módulo de Young
nu | 0,2500 | Coeficiente de Poisson
fact. IPH | 0,30 | Factor de Rigidez Plana Horizontal
fact. Flx X/Y | 0,30 | 0,30 | Factor de Rigidez á Flexão X / Y da parede
Cat. peças | I | Categoria das peças (I se possuem selo AENOR)
Banda Anti H | Não | Banda Anti Humidade no seu terço inferior
Excentr. mínima | 0,8 | cm | Excentricidade mínima a considerar
fb,v / fb,h | 10,00 | 10,00 | MPa | Resistência da peça à compressão vertical / horizont
fk,v / fk,h | 3.70 | 3.70 | MPa | Resistência da parede à compressão vertical / horiz
Armaduras+Esforços Pilares | Flechas e Fissuras | Peritagem Barras | Muros de Cave-Contenção | Vigotas-Chapas | Vigas de laje|Fichas | Rel. Paredes de Peças

Se nas opções de listagens se tenha seleccionado como periférico **Ecrã,** Informação de Paredes de Peças aparecerá para cada parede que se seleccione na janela de listagens.

Se nas opções de listagens se seleccionar como periférico **Impressora** ou **Ficheiro** e se tenha seleccionado tipo de listagem **Por Ordem** ao solicitar o Informação de Paredes de Peças mostrará os dados de todas as paredes por ordem, sem ter que selecciona-las de forma individual.

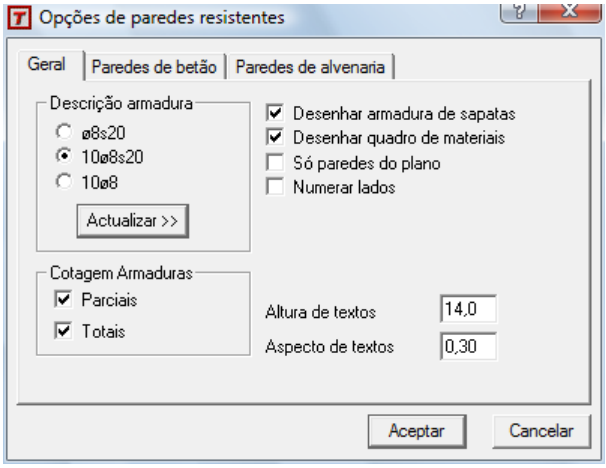
## Resultados: Desenhos de paredes resistentes de Blocos de betão

Os documentos que contêm toda a informação gráfica necessária para o correcto entendimento e execução das armaduras geradas na parede, obtêm-se ao visualizar os desenhos de armadura através da função **Resultados>Desenhos>Ver Plano/Desenho**. O programa gerará um desenho de cada plano, podendo definir se deseja que se obtenha a fiada par ou impar, considerando sempre estas fiadas como as duas primeiras no inicio da cota. A função **Resultados>Desenhos>Ver Plano/Desenho** permite seleccionar um plano vertical em que se definiram paredes resistentes de blocos de betão, representando as armaduras de todas as paredes calculados. Quando se solicita um plano horizontal que seccione uma parede resistente, representa-se a secção transversal da parede e das suas armaduras.

Quando uma parede resistente de blocos de betão, apresenta erros quer seja no processo de comprovação ou na armadura, aparece um símbolo em forma de cruz desenhado sobre a parede ou sobre a sapata se for esse o caso. Este símbolo representa-se no ecrã, na impressora e nos ficheiros em formato DWG que se solicitem.

# Opções de desenhos de paredes resistentes de Blocos de betão

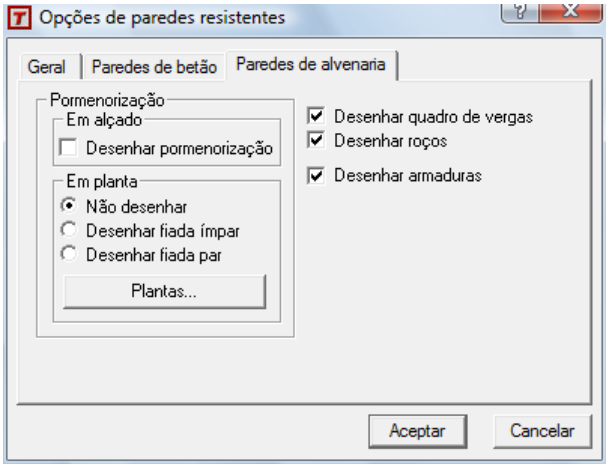
A função **Resultados>Desenhos>Paredes Resistentes>Desenhar** permite fixar as opções de representação das paredes resistentes de betão nos desenhos.




O separador **Geral** contêm as seguintes funções:

| Opção | Descrição |
|---|---|
| **Descrição Armadura** | Não é de aplicação para paredes de blocos de betão. |
| **Cotagem Armaduras** | Não é de aplicação para paredes de blocos de betão**.** |
| **Desenhar armadura de sapatas** | Desenha as armaduras das sapatas das paredes. |
| **Desenhar quadro de materiais** | Desenha o quadro com as características dos materiais e os níveis de controlo. |
| **Só paredes do plano** | Esta opção activa ou desactiva o desenho das armaduras de paredes não contidas no plano de desenho. |
| **Numerar lados** | Mostra a numeração dos diferentes lados da parede |
| **Altura/Aspecto de textos** | O tamanho e o aspecto dos textos que aparecem com as armaduras das paredes resistentes definem-se nesta caixa de diálogo, através das opções **Altura** e **Aspecto** do grupo **Textos.** |

No separador **Paredes de peças** contêm as seguintes funções:

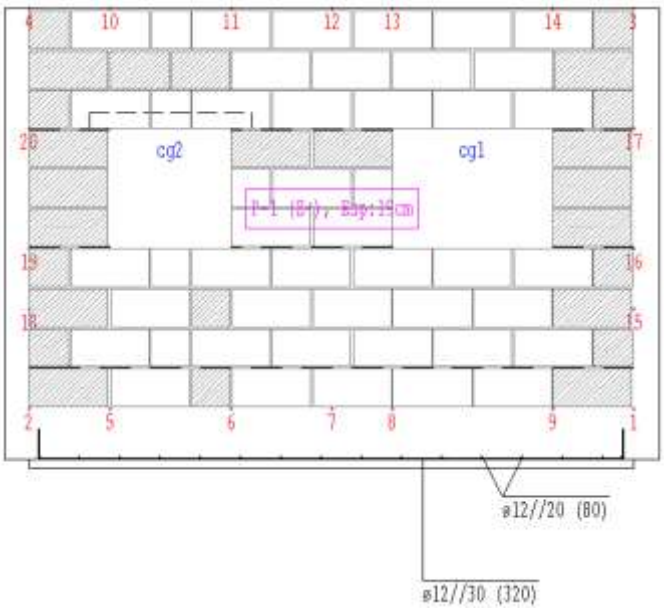



| Opção | Descrição |
|---|---|
| **Desenhar quadro de vergas** | Permite desenhar num quadro as especificações das vergas existentes nas paredes representadas nos desenhos. |
| **Desenhar roços** | Permite activar a representação de roços dispostos nas paredes representadas. |
| **Desenhar quadro de armaduras** | Permite desenhar num quadro as especificações das armaduras de junta/travessa existentes nas paredes representados nos desenhos. |

- Dentro do grupo **Pormenorização** encontram-se as seguintes opções:

| Opção | Descrição |
|---|---|
| **Em alçado** | Permite activar ou não o desenho de distribuição em pormenor das paredes de Blocos de betão quando se visualiza em desenhos de alçado das mesmas. |
| **Em Planta** | Permite activar ou não o desenho de distribuição em pormenor das paredes de Blocos de betão quando se visualiza em desenhos de planta das mesmas. Caso a active pode seleccionar entre desenhar a fiada par ou a fiada impar imediatamente superior à cota seleccionada através do botão **Plantas**. |

É necessário ter calculado previamente a pormenorização das paredes através da função **Resultados>Desenhos>Paredes Resistentes>Pormenorização>Calcular**. Se não se cumprem determinados requisitos de modularidade e de regularidade na geometria não será possível realizar uma pormenorização e o programa apresentará uma mensagem de advertência. Se o programa não tenha realizado a pormenorização pode informar da causa através da função **Resultados>Desenhos>Paredes Resistente>Pormenorização>Listar erros....**




A tabela de vergas incluirá os seguintes dados:

| Tabela de vergas | | |
|---|---|---|
| Lado / Parede | 4 / P-1 | 8 / P-1 |
| Verga | cg2 | cg1 |
| Vão (cm) | 60 | 80 |
| Entrega (cm) | 10 | 15 |
| Material | Aço | Blocos de Betão + B. Armado |
| bB x hB (cm) | --- | 19 x 19 |
| bH x hH (cm) | --- | 11 x 14 |
| Arm. Superior | --- | 2ø12 (23P+10S+23P) |
| Arm. Inferior | --- | 2ø12 (23P+10S+23P) |
| Arm. Pele | --- | --- |
| Estribos | --- | 1estø6//10 |
| Série | IPE | --- |
| Perfil | 80 | --- |
| % Aproveitamento | 1,5 | --- |

**Lado/Parede** Indica o lado da parede sobre a que está disposta a verga, assim como o nome da parede.

**Verga** Indica o nome atribuído à verga.

**Vão** Indica o vão livre da verga.

**Entrega** Indica o comprimento de entrega da verga em ambos os lados da abertura.

**Material** Indica o material da verga, podendo ser de aço ou de blocos de betão. Enchimentos de betão armado.

**bB x hB** Indica as dimensões da peça base de Blocos de betão.

**bH x hH** Indica as dimensões da secção interior de betão.

| | |
|---|---|
| **Arm. Superior** | Indica a armadura superior disposta na verga, expressando o seu comprimento horizontal e vertical. |
| **Arm.Inferior** | Indica a armadura inferior disposta na verga, expressando o seu comprimento horizontal e vertical. |
| **Arm.Pele** | Indica o armadura de pele disposta na verga, expressando o seu comprimento horizontal e vertical. |
| **Estribos** | Indica a armadura transversal disposta na verga. |
| **Série** | Indica a série do perfil metálico da verga. |
| **Perfil** | Indica o nome do perfil metálico da verga. |
| **% de aproveitamento** | Indica a **% de aproveitamento** do perfil metálico da verga. |

A tabela de armaduras de Juntas incluirá os seguintes dados:

| Armadura de juntas e travessas | | |
|---|---|---|
| Parede | | P-1 (0/200 cm) |
| Armadura de juntas | Designação | Murfor RND.4/8-150 |
| | Comprim. de sobreposição (cm) | 20 |
| | Separação (cm) | 60 |

| | |
|---|---|
| **Parede** | Indica o nome da parede e a sua cota inferior e superior**.** |
| **Designação** | Indica o tipo de armadura de junta/travessa seleccionado na base de dados existente. |
| **Comp. de sobreposição (cm)** | Indica o comprimento de sobreposição a dispor entre as diferentes armaduras de junta/travessa. |
| **Separação(cm)** | Indica a separação quer seja horizontal (juntas) ou vertical (travessas) a dispor entre uma armadura e a seguinte. |

Neste quadro só aparecem armaduras de travessa se existirem em muros de Termoargila no mesmo plano.

A tabela de armadura vertical em muros de blocos inclui os seguintes dados:

| Armadura vertical en muros de bloques | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Armadura pré-fabricada | | | | | | | |
| Etiqueta | Tipo de armadura | | Número: | Compr. de ancoragem (cm) | | Comprimento total (cm) | |
| | | | | Inferior | Superior | | |
| 1 | Murfor RND.4/8- 80 | | 1 | 5+ 5P | 5+ 5P | 120 | |
| Armadura NÃO pré-fabricada | | | | | | | |
| Etiqueta | Armadura Longitudinal | | Estribos | Número: | Compr. de ancoragem (cm) | | Comprimento total (cm) |
| | Barras | Afastamento X/Z (cm) | | | Inferior | Superior | |
| 2 | 1ø12 | --- | --- | 1 | 5+ 5P | 5+ 5P | 80 |
| 3 | 1ø12 | --- | --- | 1 | 15+ 5P | 15+ 5P | 55 |
| 4 | 3ø12 | 5 / 5 | ø6//5 | 1 | 23+ 5P | 22+ 6P | 196 |

| | |
|---|---|
| **Etiqueta** | Indica a posição da armadura através da referência num número de etiqueta que aparece representado na parede. |
| **Tipo de armadura** | Indica o tipo de armadura pré-fabricada seleccionada entre as existentes na base de dados. |

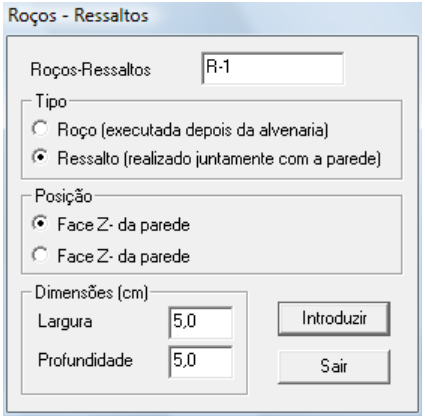
| | |
|---|---|
| **Número** | Indica o número de vezes que se repete esta armadura na parede. Armaduras iguais aparecem representadas na parede com a mesma etiqueta. |
| **Compr. de suporte** | Indica o comprimento de suporte e a dobragem das armaduras na base e na cabeça da parede. |
| **Comprimento total** | Indica o comprimento total das armaduras na parede. |
| **Armadura longitudinal** | Quando a armadura não é pré-fabricada indica-se o número de varões (entre 1 e 4) e o calibre dos varões dispostos, assim como a separação existente entre eles em cm. no eixo longitudinal da parede (X) e perpendicular a parede (Z). |
| **Estribos** | Indica o calibre e separação dos estribos quando a armadura vertical está composta por mais de 1 varão e é necessário para o cálculo. |

Os quadros de vergas e tabelas de armaduras de lintéis e de armadura vertical podem modificar-se de posição através da função **Resultados>Desenhos>Mover Tabela**.

## Roços e Ressaltos

Depois de calcular será possível indicar graficamente a posição, natureza (roço realizado posteriormente à execução da parede ou ressalto realizado durante a execução da mesma), largura e profundidade de roços e ressaltos em qualquer parede. Estes roços e ressaltos não se terão em conta na etapa de modelação, cálculo de esforços e obtenção de tensões. Consideram-se numa peritagem da resistência da parede.

Uma vez em modo de desenho pode aceder às funções de roços e ressaltos dispostas no sub-menu **Resultados>Desenhos>Paredes Resistentes>Roços-Ressaltos** que permitem introduzir, modificar e eliminar roços, assim como realizar a peritagem da resistência da parede.




| Opção | Descrição |
|---|---|
| **Roço-Ressalto** | Permite especificar o nome do roço ou ressalto a introduzir. |
| **Tipo** | Permite especificar se a redução da secção realiza quando se executa a parede ou uma vez terminada. |
| **Posição** | Indica se o roço ou ressalto se realiza na face interior ou exterior da parede. |
| **Dimensões** | Permite especificar a largura e espessura do roço ou ressalto em cm. |

Para introduzir um roço basta indicar através dos métodos de selecção habituais, o ponto inicial e final da mesma. O roço ficará representado em cor vermelha e sobre ela aparecerá um texto do tipo **"roço 1 0**

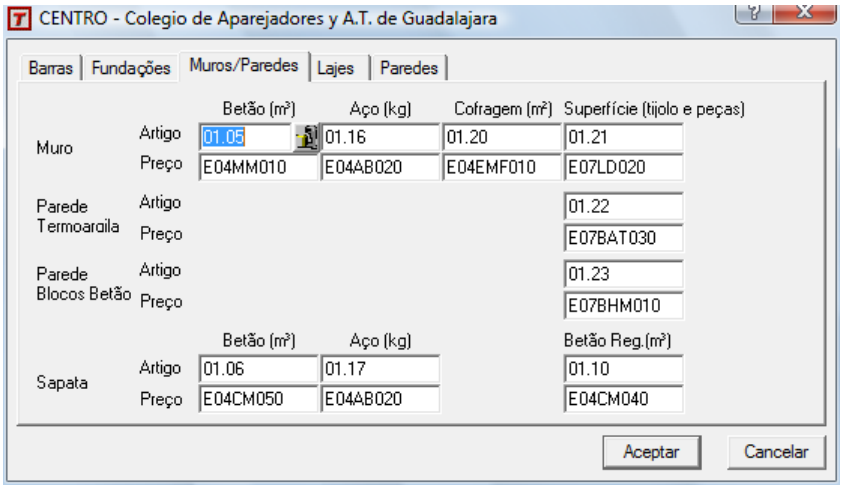
**(Z+)"** onde se indica o nome (roço1), ordem de introdução do mesmo dentro do conjunto de roços introduzidos (0) e posição do mesmo ( Z+) (face interior ou exterior).

Através da função **Resultados>Desenhos>Paredes Resistentes>Roços-Ressaltos> Peritar** pode realizar a peritagem da parede nessa zona.

## Resultados: Medição de Paredes Resistentes de Blocos de betão

A função **Resultados>Medições>Paredes** em a medição da superfície de paredes resistentes de blocos de betão. Utilizam-se todas as opções contidas na caixa de diálogo **...>Opções....**

Na função **Resultados>Medições>Códigos...** definem-se os códigos das unidades de obra e dos artigos para realizar a medição automática. No grupo **Paredes** encontram-se os campos correspondentes a Paredes de blocos de betão.

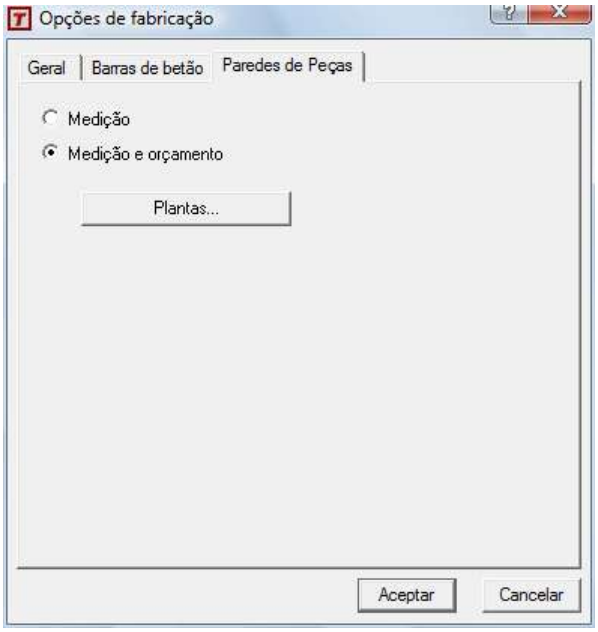



As sapatas das paredes medem-se igualmente com as opções **Betão, Aço nerv. e Betão Reg.** deste grupo.

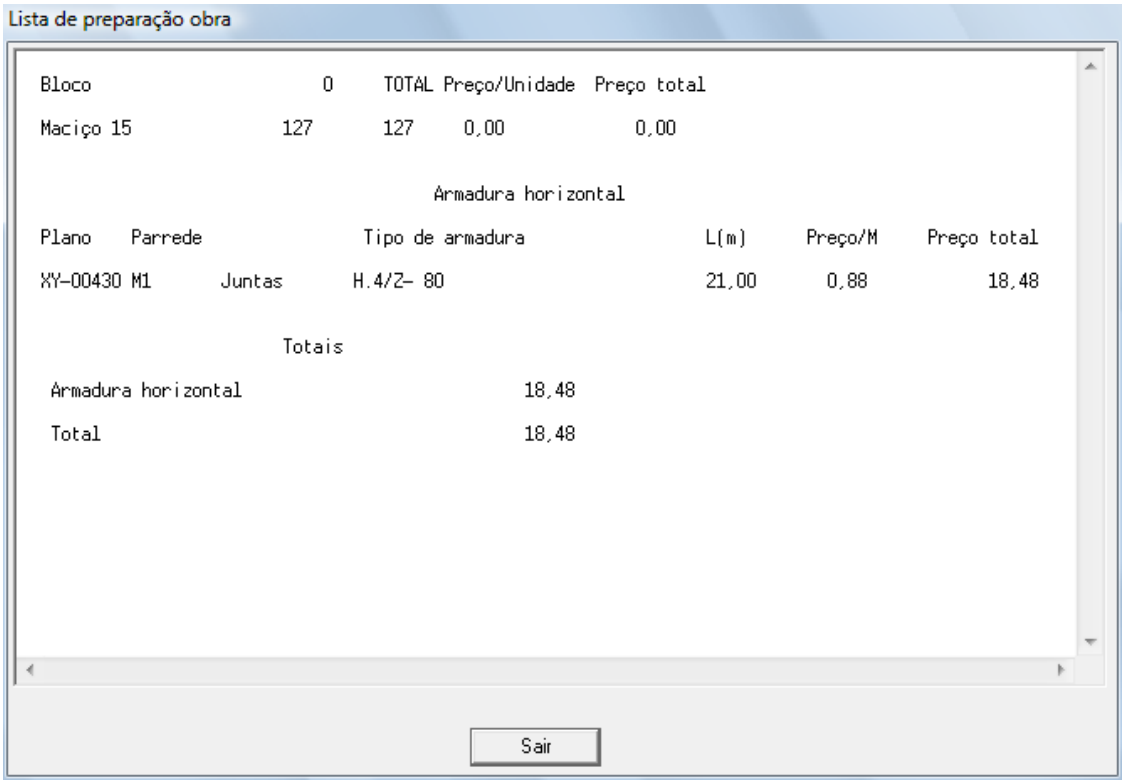
## Resultados: Preparação de Obra de Paredes Resistentes de Blocos de betão

Através da função **Resultados>Preparação Obra>Opções...** é possível seleccionar se quer obter uma listagem pormenorizada exclusivamente de peças utilizadas na realização das diferentes paredes existentes na obra ou se quer obter esta listagem com valores, segundo os preços definidos na base de dados de peças.

Através do botão **Plantas...** pode seleccionar as cotas segundo as quais pretende agrupar esta pormenorização.




A função **Resultados>Preparação Obra>Listagem Paredes Blocos de betão** obtém uma listagem pormenorizada de paredes resistentes de blocos de betão segundo as opções antes expostas.


Lista de preparação obra
Bloco 0 TOTAL Preço/Unidade Preço total
Maciço 15 127 127 0,00 0,00
Armadura horizontal
Plano Parrede Tipo de armadura L(m) Preço/M Preço total
XY-00430 M1 Juntas H.4/Z- 80 21,00 0,88 18,48
Totais
Armadura horizontal 18,48
Total 18,48
Sair